

Andor, Mark Andreas; Gerster, Andreas; Peters, Jörg; Schmidt, Christoph M.;
Simora, Michael

Research Report

Energiesparen in privaten Haushalten: Ein Randomized Controlled Trial zur Wirkungsevaluierung einer Endverbrauersensibilisierung

RWI Projektberichte

Provided in Cooperation with:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

Suggested Citation: Andor, Mark Andreas; Gerster, Andreas; Peters, Jörg; Schmidt, Christoph M.;
Simora, Michael (2017) : Energiesparen in privaten Haushalten: Ein Randomized Controlled Trial
zur Wirkungsevaluierung einer Endverbrauersensibilisierung, RWI Projektberichte, RWI - Leibniz-
Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/156242>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen
Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle
Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich
machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen
(insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten,
gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort
genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal
and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to
exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the
internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content
Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise
further usage rights as specified in the indicated licence.*



Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

Energiesparen in privaten Haushalten – Ein Randomized Controlled Trial zur Wirkungsevaluierung einer Endverbrauersensibilisierung

Endbericht

Forschungsprojekt gefördert durch die Stiftung Mercator

Gefördert durch

**STIFTUNG
MERCATOR**



Impressum

Herausgeber:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

Hohenzollernstraße 1-3 | 45128 Essen, Germany
Fon: +49 201-81 49-0 | E-Mail: rwi@rwi-essen.de
www.rwi-essen.de

Vorstand

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt (Präsident)

Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)

Prof. Dr. Wim Kösters

© RWI 2017

Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des RWI gestattet.

RWI Projektbericht

Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt

Gestaltung: Daniela Schwindt, Claudia Lohkamp

Energiesparen in privaten Haushalten – Ein Randomized Controlled Trial zur
Wirkungsevaluierung einer Endverbrauchersensibilisierung
Endbericht – Februar 2017

Forschungsprojekt gefördert durch die Stiftung Mercator

Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
E.ON Energie Deutschland GmbH
oekostrom AG für Energieerzeugung und -handel
Städtische Werke AG
WEMAG AG
brandseven GmbH & Co. KG
Grünspär GmbH
EnergieAgentur.NRW
Verbraucherzentrale NRW e.V.

Energiesparen in privaten Haushalten – Ein Randomized Controlled Trial zur Wirkungs- evaluierung einer Endverbrauchersensibilisierung

Endbericht – Februar 2017

Forschungsprojekt gefördert durch die Stiftung Mercator

Gefördert durch
**STIFTUNG
MERCATOR**



Projektbericht

Projektteam

Dr. Mark A. Andor (Leitung), Andreas Gerster, Prof. Dr. Jörg Peters,
Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Michael Simora

Hinweis: Wir sind sehr an weiteren Forschungsprojekten mit Praxispartnern, wie Energieversorgern oder Händlern von energieverbrauchenden Gütern, interessiert. Unter anderem bieten wir gerne an, die entwickelten Energiespar-Briefe mit interessierten Energieversorgern zu teilen und in Versendungen zu testen. Des Weiteren könnte der Effekt zielgerichteter Versendungen oder diverse weitere Forschungsfragen gemeinsam untersucht werden. Als Ansprechpartner für interessierte Praxispartner steht Herr Dr. Mark Andor (andor@rwi-essen.de) gerne zur Verfügung.

Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei unseren Kooperationspartnern: dem Team der E.ON Energie Deutschland GmbH (insbesondere Herrn Bogatski, Herrn Paul, Herrn Päselt, Herrn Lakmann, Frau Dr. Rodig und Frau Turner), der oekostrom AG für Energieerzeugung und -handel, der Städtischen Werke AG (insbesondere Herrn Kollekowski, Herrn Spohr und Herrn Strube), der WEMAG AG (insbesondere Frau Lemke und Frau Sellnau), der brandseven GmbH & Co. KG (insbesondere Herrn Bartels und Frau Moj), der Grünspar GmbH (insbesondere Herrn Bohlsen, Herrn Cvetkovic, Herrn Eydam, Herrn Kotzwander und Herrn Weichert), der EnergieAgentur.NRW (insbesondere Herrn Buschmann und Herrn Dr. Frielingsdorf) und der Verbraucherzentrale NRW e.V. (insbesondere Herrn Loch, Herrn Nakazi und Herrn Sieverding). Des Weiteren bedanken wir uns bei Herrn Bantle vom BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. und Herrn Dr. Hellenbroich vom Verein „Die Netzwerkpartner“, einer Kooperation von über 70 Energieversorgungsunternehmen, insbesondere für die gemeinsame Organisation von Veranstaltungen mit interessierten Energieversorgern, bei Herrn Clement von der InnovationCity Management GmbH und Herrn Dr. Beckröge vom Regionalverband Ruhr (RVR) für interessante Hinweise und die ideelle Unterstützung, Herrn Joest von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) für den Ideenaustausch und nützliche Informationen sowie Burkhard Schulz für die Erstellung der Illustrationen und Herrn Karopka und Frau Loch vom rheingold institut für die kompetente Durchführung des Pretests. Bei Dr. Nils aus dem Moore, Katja Fels und Claudia Schmiedchen bedanken wir uns für die Unterstützung bei der Organisation des RWI Impuls „Evidenzbasierte Politikberatung: Ein großangelegter Feldtest zur Wirkungsevaluation verhaltensökonomischer Ansätze beim Energiesparen“. Für die generelle Unterstützung und konstruktive Hinweise danken wir Manuel Frondel und Colin Vance sowie Daniela Schwindt für Hilfe bei Illustrationen und graphischen Herausforderungen. Zudem bedanken wir uns bei Monika Büttner, Christiane Brüggemann, Maja Guseva, Lisa Mansfeld, Sophie Sandler, Sonja Rinne, und Lukas Tomberg für die hervorragende Unterstützung in den unterschiedlichen Stadien des Projektes. Schließlich gilt unser Dank Klaus Kordowski und Charlotte Ruhbaum für die gute Zusammenarbeit und viele interessante Gespräche in Bezug auf dieses Projekt und darüber hinaus.

Impressum

Kurzzusammenfassung

Zahlreiche Studien haben nachgewiesen, dass Energiesparbriefe in den USA eine kosteneffektive nicht-preisbasierte Intervention zur Reduktion von Haushaltsstromverbräuchen darstellen. Basierend auf diesen Erkenntnissen geht dieses Forschungsprojekt der Frage nach, ob die Versendung von Energiesparbriefen auch in Deutschland ein geeignetes nicht-preisbasiertes Politikinstrument sein könnte. Basierend auf Daten von rund 140.000 Haushalten werden anhand eines Randomized Controlled Trials zwei Ausgestaltungen von Energiesparbriefen untersucht: Infobriefe, die den Wissensstand und die Aufmerksamkeit der Haushalte zum Thema Energiesparen erhöhen sollen, und Briefe, die zusätzlich soziale Vergleiche enthalten. Zudem untersucht diese Studie, ob die angesprochene Motivation zum Energiesparen (das „Framing“) eine Auswirkung auf die Einspareffekte hat. Um die Eignung als Politikinstrument zu beurteilen, wird auf Basis der durchschnittlichen Stromeinsparungen die Kosteneffektivität der Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen geschätzt.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass sowohl die Informationsbriefe als auch die Briefe mit sozialem Vergleich im Durchschnitt relativ geringe Einspareffekte aufweisen. Auch die Variation der angesprochenen Motivation zum Energiesparen führt nicht zu höheren Einspareffekten. Selbst unter vorteilhaften Annahmen liegen die geschätzten CO₂-Vermeidungskosten der Briefe im Durchschnitt sehr hoch, sodass die Intervention eine geringe Kosteneffektivität aufweist. Im Resultat ist daher von einer flächendeckenden Einführung von Energiesparbriefen in Deutschland abzuraten. Obwohl die Ergebnisse dieser Studie auch zeigen, dass die Versendung von Energiesparbriefen an ausgewählte Kundengruppen durchaus kosteneffektiv sein kann, ist insgesamt selbst bei einer zielgerichteten Anwendung durch Energiesparbriefe kein erheblicher aggregierter Stromeinspareffekt für Deutschland zu erwarten.

Wichtige Gründe für die geringe Kosteneffektivität der Maßnahme liegen in dem deutlich geringeren durchschnittlichen Verbrauch deutscher Haushalte im Vergleich zu US-amerikanischen Haushalten. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass Haushalte in den USA höhere Einsparpotenziale aufweisen. Zudem begünstigen die Rahmenbedingungen in den USA die Effektivität von Energiesparbriefen.

Dieses Forschungsprojekt stellt ein weiteres Beispiel dafür dar, wie mit Hilfe moderner Evaluationsmethoden robuste Ergebnisse über tatsächliche Effekte von Maßnahmen ermittelt werden können, auf deren Basis politische Entscheidungsträger informiert Entscheidungen treffen können. Eine systematische Evaluation von Maßnahmen erscheint in vielen Anwendungsfällen, insbesondere im Bereich des Energiesparens, praktikabel und sinnvoll, damit am Ende dort Ressourcen investiert werden, wo sie den größten Nutzen (in diesem Fall für den Klimaschutz) stiften.

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	7
1. Einleitung.....	10
1.1. Relevanz des Themas.....	10
1.2. Das Forschungsprojekt	11
2. Hintergrund.....	12
2.1. Das politische Ziel „Energiesparen“	12
2.2. Stand der Forschung	14
3. Vorbereitung des Feldexperiments.....	18
3.1. Auswahl der Kooperationspartner.....	18
3.2. Ausgestaltung der Treatments	18
4. Daten und Empirischer Ansatz	22
4.1. Empirischer Ansatz.....	22
4.2. Poweranalyse zur Bestimmung der Stichprobengröße	22
4.3. Versendung der Briefe und Randomisierung.....	23
4.4. Datenaufbereitung.....	24
4.5. Deskriptive Statistiken.....	25
5. Resultate	28
5.1. Effekt der Infobriefe	28
5.2. Framingeffekte	29
5.3. Heterogenität nach Tarifen	30
5.4. Effekt der Briefe mit sozialem Vergleich	31
6. Diskussion	31
7. Schlussfolgerungen und Ausblick	33
Anhang	36
A.1 Beispiele der Energiesparbriefe.....	36
A.2 Auswahl der Energiespartipps	42
A.3 Statistische Grundlagen	48
A.4 Poweranalyse	49
A.5 Datenaufbereitung.....	52
A.6 Robustheitschecks	52
Literaturverzeichnis	55

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Stichprobengrößen vor und nach der Bereinigung	25
Tabelle 2: Übersicht über die Stichprobengrößen zur Analyse, nach Versorger und Treatment.....	25
Tabelle 3: Vergleich der Charakteristika der Haushalte, nach Versorger.....	27
Tabelle 4: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG	28
Tabelle 5: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG, nach Framing.....	30
Tabelle 6: Average Treatment Effect (ATE) bei WEMAG, nach Tarifen	30
Tabelle 7: Average Treatment Effect (ATE) bei EON, nach Tarifen	31
Tabelle 8: Average Treatment Effect (ATE) bei SWK.....	31
Tabelle 9: Kosten-Nutzen-Analyse.....	32
Tabelle 10: Übersicht über die verwendeten Energiespartipps	42
Tabelle 11: Berechnungen der Stromverbräuche und -einsparungen.....	45
Tabelle 12: Übersicht über Fehlerarten statistischer Tests	49
Tabelle 13: Annahmen und Ergebnisse der Ex-Ante Powerberechnungen	51
Tabelle 14: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG (100%-Stichprobe)	53
Tabelle 15: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG, nach Framing (100%-Stichprobe).....	53
Tabelle 16: Average Treatment Effect (ATE) bei WEMAG, nach Tarifen (100%-Stichprobe) ...	53
Tabelle 17: Average Treatment Effect (ATE) bei EON, nach Tarifen (100%-Stichprobe)	54
Tabelle 18: Average Treatment Effect (ATE) bei SWK (100%-Stichprobe).....	54

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Beispiel eines Verbrauchsvergleichs	21
Abbildung 2: Exemplarische Übersicht über die Versendung der Briefe	24
Abbildung 3: Verteilung der Stromverbräuche im Jahr 2014, nach Versorger	26
Abbildung 4: Beispiel eines Energiesparbriefs für EON-Kunden (kombiniertes Framing)	36
Abbildung 5: Beispiel für eines Energiesparbriefs für SWK-Kunden.....	39
Abbildung 6: Verteilung des absoluten Stromverbrauchs.....	50
Abbildung 7: Verteilung der Stromverbrauchsdifferenzen	50

1. Einleitung

1.1. Relevanz des Themas

Wissenschaft und Politik diskutieren weltweit über wirksame und kosteneffiziente Instrumente zur Reduktion der Erderwärmung, um die Folgen des anthropogenen Klimawandels zu begrenzen. Ein zentrales Instrument zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ist – neben der Einführung und Nutzung emissionsarmer Technologien wie der erneuerbaren Energien – die Reduzierung des Energieverbrauchs in industrialisierten Ländern. Dies schlägt sich beispielsweise in konkreten Zielvorgaben der EU und Deutschlands nieder. So strebt die EU an, bis 2030 den Primärenergieverbrauch gegenüber 1990 um 27 % zu senken, bis 2050 soll der Verbrauch in Deutschland sogar um 50 % gegenüber 2008 gesenkt werden. Trotz einer Vielzahl an Maßnahmen, die die Energieeffizienz erhöhen und den Energieverbrauch senken sollen, ist bisher noch unklar, wie diese erheblichen Verbrauchseinsparungen erreicht werden können.

Es stellt sich daher die Frage, welche Maßnahmen geeignet sind, den Energieverbrauch wirksam und kosteneffizient mittel- bis langfristig so stark wie angestrebt zu senken. In der Vergangenheit fanden vorwiegend preisbasierte Instrumente zur Reduzierung des Energieverbrauchs in Form von Steuern und Subventionen sowie regulatorische Maßnahmen, wie etwa Standards und Verbote, Eingang in die Wirtschaftspolitik vieler Staaten. Durch die umfangreiche Verwendung von Preisinstrumenten und regulatorischen Maßnahmen sind jedoch sowohl die gesellschaftliche und politische Akzeptanz für zusätzliche Steuererhöhungen oder Verbote als auch deren Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs fraglich. Zunehmende Beachtung finden daher Erkenntnisse aus der ökonomischen und psychologischen Verhaltensforschung, die darauf hindeuten, dass *nicht-preisbasierte* Interventionen vielversprechende alternative oder ergänzende Maßnahmen darstellen können. Diesen – in der jüngeren Vergangenheit auch als „Nudges“ (von engl. to nudge = „anstubsen“) bezeichneten – Maßnahmen wird nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in Politik, Gesellschaft und Medien wachsendes Interesse entgegengebracht. So lassen sich mittlerweile sowohl international operierende Unternehmen als auch Regierungen, darunter unter anderem Großbritannien, USA und Deutschland, von Verhaltenspsychologen und -ökonomern beraten (siehe beispielsweise New York Times 2013, The Guardian 2013, FAZ 2014).

Die weltweit anerkannten Ökonomen Allcott und Mullainathan (2010) treten in ihrem Artikel „Behavioral Science and Energy Policy“ in der Fachzeitschrift *Science* explizit für eine systematische Erforschung und Anwendung von verhaltenswissenschaftlich motivierten Interventionen als integraler Bestandteil von Klimaschutzpolitik ein. Zahlreiche Forschungsergebnisse zeigen, dass sich solche Interventionen in einer Reihe von Anwendungsgebieten als erfolgreich erweisen, wie zum Beispiel in der Altersvorsorge (Thaler und Benartzi 2004) und bei der Bereitschaft zu Spenden (Frey und Meier 2004, Shang und Croson 2009). Entscheidend ist dabei, dass diese Maßnahmen sehr kostengünstig – insbesondere im Vergleich zu anderen klimaschutzpolitischen Maßnahmen wie der Förderung erneuerbarer Energien – und trotzdem wirkmächtig sein können. Nach Allcott und Mullainathan (2010) sollen daher Projekte gefördert werden, die zunächst Interventionen auf Basis theoretischer Erkenntnisse der Verhaltensforschung entwickeln und dann über robuste Evaluationsmethoden, wie beispielsweise sogenannte Randomized Controlled Trials (randomisierte kontrollierte Studien), evaluieren. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Interventionen, die kosteneffektiv auf Millionen von Verbrauchern ausgerollt werden können und somit das Potenzial haben, spürbare gesamtwirtschaftliche Effekte auszulösen.

Besonderes öffentliches und wissenschaftliches Interesse hat dabei das im Jahre 2007 in den USA gegründete, privatwirtschaftliche Unternehmen Opower erregt, welches im Auftrag von Energieversorgern Briefe, sogenannte „Home Energy Reports“, an private Haushalte versendet. Diese Briefe wenden Erkenntnisse der verhaltenswissenschaftlichen Literatur an, mit dem Ziel, den Energieverbrauch der empfangenden Haushalte zu senken. Zentrales Element der Energiesparbriefe ist ein Vergleich des eigenen Stromverbrauchs mit dem Stromverbrauch von vergleichbaren Haushalten. Darüber hinaus vermitteln die Briefe Stromspar-Tipps und bieten einen Überblick über die Entwicklung des eigenen Stromverbrauchs. Opower arbeitete in kurzer Zeit für zahlreiche Energieversorger und verschickte regelmäßig Briefe an mehr als 6 Millionen Haushalte in den USA. Zahlreiche wissenschaftliche Studien haben dokumentiert, dass diese Energiesparbriefe zu signifikanten Stromeinsparungen von etwa 2% führen, die auch dauerhaft Bestand haben (u.a. Allcott 2011, Allcott und Rogers 2014) und in ihrer Wirkung einer Preiserhöhung um 11-20% ähneln (Allcott 2011). Die Studien konnten zudem zeigen, dass die Energiesparbriefe ein kosteneffektives Instrument zur Reduktion des Stromverbrauchs in den USA sind. Durch die flächendeckende Anwendung und die klare empirische Evidenz in den USA sind die Energiesparbriefe ein vielbeachtetes Beispiel für den Erfolg von nicht-preisbasierten Interventionen im Allgemeinen und zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Speziellen.

1.2. Das Forschungsprojekt

Das in diesem Bericht vorgestellte Forschungsprojekt hat zum Ziel, die Effekte von nicht-preisbasierten Maßnahmen auf den Stromverbrauch von privaten Haushalten in Deutschland am Beispiel von Energiesparbriefen zu untersuchen. In Zusammenarbeit mit den Stromversorgern E.ON Energie Deutschland GmbH (EON), oekostrom AG für Energieerzeugung und -handel (oekostrom), Städtische Werke AG (SWK) und der WEMAG AG (WEMAG) sowie weiteren Akteuren wie der EnergieAgentur.NRW, der Verbraucherzentrale NRW e.V., dem Energieberatungsunternehmen brandseven GmbH & Co. KG und dem IT-Dienstleistungsunternehmen Grünspar GmbH wurden im Jahr 2014 Energiesparbriefe mit unterschiedlichen verhaltenswissenschaftlich motivierten Elementen entwickelt. In Zusammenarbeit mit den Energieversorgern wurde anschließend mittels *Randomized Controlled Trials* die Wirkung dieser Energiesparbriefe auf den Stromverbrauch von Haushalten analysiert. Der zentrale Vorteil dieser Methode ist, dass sie ermöglicht, den durchschnittlichen kausalen Effekt der Briefe auf den Stromverbrauch unverzerrt zu bestimmen. Die Auswertung basiert dabei auf Daten von rund 140.000 Haushalten und stellt damit eines der bisher größten Feldexperimente im Bereich der (europäischen) Energieökonomik dar.

Konkret wurden zwei Arten von Energiesparbriefen entwickelt: Reine Informationsbriefe (Infobriefe) und Briefe mit sozialem Vergleich. Durch die Versendung von Infobriefen soll ermittelt werden, welche Energiesparpotenziale durch eine Erhöhung des Wissensstands und eine verstärkte Aufmerksamkeit von Haushalten auf das Thema Energiesparen erzielbar sind. Die Briefe mit sozialem Vergleich testen demgegenüber, welche Einsparungen durch die Verwendung dieses verhaltensökonomischen Elements erzielbar sind. Ebenfalls motiviert durch Erkenntnisse der Verhaltensforschung, untersucht der Feldtest darüber hinaus, ob das „Framing“ der Briefe in Bezug auf die Motivation zum Energiesparen einen Effekt hat. Konkret wird analysiert, ob ökonomische oder ökologische Argumente innerhalb von Infobriefen zu höheren Energieeinsparungen führen.

Auf Basis der geschätzten kausalen Einspareffekte berechnen wir abschließend die Kosteneffektivität der Briefe. Ziel dieser Berechnungen ist, energiepolitische Handlungsempfehlungen zum Ein-

satz von Energiesparbriefen als Klimaschutzinstrument zu geben. Neben der Frage, ob sich Energiesparbriefe als flächendeckendes Instrument eignen, betrachtet dieser Bericht auch die Potenziale einer zielgerichteten Versendung auf bestimmte Kundengruppen. Das Forschungsprojekt untersucht somit eine der vielversprechendsten nicht-preisbasierten Interventionen in Deutschland.

Der Bericht ist folgendermaßen aufgebaut: Kapitel 2 gibt den Leserinnen und Lesern Hintergrundinformationen zum politischen Ziel „Energiesparen“ und einen Überblick über die wissenschaftliche Literatur. Anschließend erläutert Kapitel 3 die vorbereitenden Schritte zur Durchführung der Feldexperimente, insbesondere die Auswahl der Energieversorgungsunternehmen und die Ausgestaltung der Energiesparbriefe. In Kapitel 4 werden die verwendeten Daten und der empirische Ansatz beschrieben. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der Feldexperimente dargestellt. Kapitel 6 diskutiert die Ergebnisse und die Kosteneffektivität der Maßnahme. Kapitel 7 zieht die Schlussfolgerungen und gibt einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

2. Hintergrund

2.1. Das politische Ziel „Energiesparen“

Der Schutz des Klimas wird weltweit als eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit angesehen (siehe beispielsweise BMWi 2016a, Obama 2016 und UN 2016). Das im Jahre 2015 verhandelte Abkommen von Paris stellt die jüngste internationale Vereinbarung zum Klimaschutz dar und sieht vor, die globale Erwärmung auf unter 2 Grad zu begrenzen. Soll dies gelingen, müssen die weltweiten Treibhausgasemissionen erheblich reduziert werden. Eine der zentralen Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels ist die Reduzierung des Energieverbrauchs in den industrialisierten Ländern (siehe beispielsweise IPCC 2007, SRU 2011 und Stern 2007). Daher werden weltweit vielfältige Anstrengungen unternommen, den Energieverbrauch zu senken. Die nachfolgend exemplarisch beschriebenen Maßnahmen zeigen dabei die Vielzahl unterschiedlicher Ansätze.

Die **Europäische Union** hat der Senkung des Energieverbrauchs in den im Jahre 2007 beschlossenen sogenannten „20-20-20“-Zielen eine zentrale Stellung eingeräumt. So soll neben den Zielen, den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch auf mindestens 20 % zu steigern und die Treibhausgasemissionen um mindestens 20 % gegenüber 1990 zu reduzieren, durch Effizienzverbesserungen mindestens 20 % des für 2020 prognostizierten Energieverbrauchs eingespart werden (EU 2007). Zur Umsetzung des Ziels, 20 % des prognostizierten Energieverbrauchs einzusparen, hat die EU vielfältige Maßnahmen ergriffen. Diese betreffen unter anderem die Aufstellung nationaler Aktionspläne, Regelungen zu Energiedienstleistungen (Richtlinie 2006/32/EG), zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2010/31/EU), zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Produkten (Richtlinie 2010/30/EU), zur umweltgerechten Produktgestaltung („Ökodesign“, Richtlinie 2009/125/EG) und Vorschriften zur Steigerung der Energieeffizienz im Verkehrssektor (Richtlinie 2009/33/EG). Insgesamt lag der Fokus der Maßnahmen der EU zur Reduzierung des Energieverbrauchs zunächst hauptsächlich auf dem Verkehrs- und dem Gebäudesektor, weil hier die größten Potentiale für Einsparungen gesehen wurden (EU 2013).

Um stärkere Energieverbrauchssenkungen zu erreichen, hat die EU die *Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU)* erlassen, die eine Vielzahl an Maßnahmen enthält. Beispielsweise muss jeder Mitgliedstaat ein nationales Energieeffizienzziel zur Reduktion des Energieverbrauchs bis 2020 festlegen. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Richtlinie Energieeffizienzverpflichtungen einfordert. Die EU-Staaten müssen sicherstellen, dass jährlich mindestens 1,5 % des durchschnittlichen jährlichen Endenergieabsatzes der Jahre 2010 bis 2012 im Zeitraum von 2014 bis 2020 eingespart werden.

Zusätzlich erweitert der 2014 beschlossene europäische Klima- und Energierahmen 2030 die „20-20-20“-Ziele bis zum Jahr 2030. Neben einem neuen verbindlichen Ziel für die EU-internen Minderungen von Treibhausgasemissionen von mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 und einem verbindlichen EU-Ziel für die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch von mindestens 27 Prozent, wurden auch für den Energieverbrauch neue Regelungen gesetzt. Durch Energieeffizienzsteigerungen sollen bis 2030 Energieeinsparungen in Höhe von mindestens 27 Prozent erreicht werden. Dieses Ziel soll bis 2020 überprüft werden, mit der Option, es auf 30 Prozent anzuheben (EU 2014).

Auch in **Deutschland** gilt die Reduzierung des Energieverbrauchs als eines der wichtigsten Ziele der deutschen Energiepolitik. So beabsichtigt Deutschland, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 gegenüber 2008 um 20 % und bis 2050 um 50 % zu senken. Das Energiekonzept der Bundesregierung aus dem September 2010 beschreibt die energiepolitische Ausrichtung Deutschlands bis zum Jahr 2050 und definiert die Steigerung der Energieeffizienz als eine „Schlüsselfrage“ (Bundesregierung 2010). Als Instrumente zur Erreichung der Energieverbrauchsreduktionsziele wird dabei insbesondere auf ökonomische Anreize sowie verbesserte Information und Beratung gesetzt. Zahlreiche Gesetze, Gesetzesänderungen und Verordnungen wurden in den vergangenen Jahren erlassen, um diese Vorgaben umzusetzen. Beispiele hierfür sind das *Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz* (EnVKG), das *Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen* (EDL-G), die *Energieeinsparverordnung* (EnEV) und das *Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz* (EVPG).¹

Zudem hat Deutschland die obengenannte *Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU)* umgesetzt. Der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) dient dabei als Steuerungsinstrument zur Erreichung von Energieeffizienzsteigerungen durch Beratungsmaßnahmen und Förderprogramme sowohl für private Haushalte wie auch für Unternehmen (BMW 2016b). Er zielt vorrangig auf die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich durch Programme zur Förderung und Beratung², sowie die Etablierung von Energieeffizienz als Rendite und Geschäftsmodell, beispielsweise durch die Einführung verpflichtender Energieaudits (BMW 2014, BMW 2016c). Zusätzlich betreibt die Bundesregierung seit Mai 2016 die Öffentlichkeitskampagne „Deutschland macht’s effizient“ und implementiert weitere Förderprogramme zur Effizienzsteigerung in diversen Anwendungsfällen.³

¹ Das *Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG)* soll eine transparente Produktkennzeichnung von energieverbrauchenden Geräten wie beispielsweise Kühlschränken oder Fernsehern, seit der neuesten Fassung aber auch von energieverbrauchsrelevanten Produkten, die selber keine Energie verbrauchen, jedoch großen Einfluss auf die Energieeffizienz haben – wie zum Beispiel Fenster – sicherstellen. Das *Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)* legt vor allem die Informationspflichten der Energieversorgungsunternehmen fest. So sind diese verpflichtet, ihre Kunden über Energiedienstleister, Energieaudits und Energieeffizienzmaßnahmen sowie Kontaktinformationen zu Einrichtungen wie Verbraucherorganisationen und Energieagenturen zu informieren. Des Weiteren soll die Energieeffizienz im Gebäudebereich durch die *Energieeinsparverordnung (EnEV)* und die darin enthaltenen bautechnischen Vorschriften verbessert werden. Hierin finden sich auch die Regeln bezüglich des sogenannten Energieausweises, der ein Gebäude bzw. eine Wohnung energetisch bewertet. Schließlich legt das *Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG)* die Produktanforderungen fest, deren Erfüllung eine der Voraussetzungen für den Marktzugang ist und vom Hersteller mit der CE-Kennzeichnung erklärt wird.

² Zum Beispiel werden die folgenden Programme gefördert: das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, das Marktanzreizprogramm und das Anreizprogramm Energieeffizienz (BMW 2016c).

³ Das Programm beinhaltet die Förderung von Abwärmevermeidung und Abwärmenutzung, die Förderung von hocheffizienten Querschnittstechnologien, die wettbewerbliche Ausschreibung für Stromeffizienzmaßnahmen und die Förderung von Pilotprogrammen von Unternehmen, die leistungsgebundene Einsparungsprogramme bei verschiedenen Anwendergruppen erproben (BMW 2016c, BAFA 2016).

Weltweit haben zahlreiche Länder durch Gesetzesänderungen Anreizstrukturen zur Steigerung der Energieeffizienz geschaffen oder führen konkrete Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs durch (IEA 2016). In **China** wurden beispielsweise im Jahr 2008 Energiestandards für Gebäude festgelegt, wonach Gebäude die Hälfte ihres Energieverbrauchs gegenüber dem Stand von 1980 einsparen sollen (National Building Energy Standard). Darüber hinaus sieht der von 2014 bis 2020 gültige „Strategic Action Plan for Energy Development“ eine Begrenzung des Primärenergieverbrauchs vor. Die **USA** legten im Jahr 2009 ein Programm auf, das Zuschüsse für diejenigen Regionalregierungen vorsieht, die beispielsweise Energiesparprogramme gegen den Klimawandel implementieren (Climate Showcase Communities Grant Program). Des Weiteren führte **Japan** im Jahr 2009 Steuererleichterungen für energieeffiziente Fahrzeuge ein (Eco-Car Tax Break and Subsidies for Vehicles), wobei die Höhe der Erleichterungen vom Fahrzeugtyp und -modell sowie dem Kraftstoffverbrauch abhängt.

Vor dem Hintergrund der weltweiten Anstrengungen zur Reduktion des Energiekonsums ergibt sich die Frage, welche der vielen unterschiedlichen Maßnahmen und Ansätze effektiv und effizient sind. Von besonderer Bedeutung für Deutschland ist dabei das durch die *Effizienzrichtlinie* gesetzte Ziel der Reduktion des Energieverbrauchs der Endkunden. Die im vorliegenden Projekt analysierten nicht-preisbasierten Maßnahmen könnten dabei eine kosteneffiziente Möglichkeit darstellen, die Ziele der Richtlinie zu verfolgen.

2.2. Stand der Forschung

Nicht-preisbasierte Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs

Im Vergleich zu den zahlreichen empirischen Studien zur Auswirkung von Preiserhöhungen auf die Haushaltsenergienachfrage (bspw. Berkhout et al. 2004, Boonekamp 2007), gibt es bislang nur wenige Erkenntnisse über die Wirksamkeit von nicht-preisbasierten Maßnahmen in Europa. Von der Annahme rationalen Verhaltens der Haushalte ausgehend ist zunächst zu erwarten, dass Haushalte ihr Verhalten auch ohne zusätzliche Sensibilisierung ihren Präferenzen entsprechend optimal gestalten. Tatsächlich sind viele, insbesondere ökonomische Beiträge skeptisch, was die Wirksamkeit von solchen Maßnahmen betrifft (z.B. Levine et al. 1995, Frondel und Vance 2013).

Wenn jedoch unvollkommene Information herrscht, ist eine Verhaltensänderung durch **Informationsbereitstellung** durchaus möglich, insbesondere wenn Haushalte dem Stromverbrauch nur begrenzte Aufmerksamkeit (limited attention) zukommen lassen. So bieten zahlreiche Studien in unterschiedlichen Bereichen Evidenz dafür, dass Informationen substantielle Effekte auf das Verhalten von Individuen haben können. Beispielsweise zeigen Bertrand et al. (2010) in ihrer Studie, dass selbst unnütze Informationen (das Bild einer attraktiven Frau) einen Einfluss auf die Kreditnachfrage haben. Für den Energiebereich weisen zum Beispiel Anderson und Newell (2004) den Einfluss von Informationen auf die Einführung energieeffizienter Technologien durch Unternehmen nach, während Reiss und White (2008) feststellen, dass neben Preiserhöhungen auch Informationskampagnen und öffentliche Aufrufe zum Energiesparen den Energieverbrauch senken können. Die Bereitstellung von Informationen kann insbesondere zu einer verbesserten Nutzung verfügbarer Ressourcen führen. Hanna et al. (2014) zeigen beispielsweise, dass Bauern in Indonesien ihre Erträge deutlich erhöhen können, wenn sie aufbereitete Informationen über den Produktionsprozess erhalten. Für den Energiebereich finden Jessoe und Rapson (2014), dass der Stromverbrauch sinkt, wenn Haushalte regelmäßig Informationen über den aktuellen Stromverbrauch erhalten. Delmas et al. (2013) kommen in ihrer systematischen Meta-Analyse von Studien, die Informationskampagnen untersucht haben, zu dem Schluss, dass die unterschiedlichen Informationskampagnen im Durchschnitt zu einer Reduktion des Energieverbrauchs von über 7% führen. Sie weisen allerdings darauf hin, dass Studien, die hohe wissenschaftliche Qualität aufweisen, tendenziell geringere Effekte ermitteln.

Verhaltenswissenschaftliche Forschung und „Nudging“

In der jüngeren Vergangenheit haben zudem Ergebnisse der **verhaltenswissenschaftlichen Forschung** an Beachtung gewonnen. So wird insbesondere seit der Veröffentlichung des Buches „Nudge. Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness“ von Richard Thaler und Cass Sunstein im Jahre 2008 auch in der breiteren Öffentlichkeit über verhaltensökonomische Maßnahmen diskutiert. Die grundsätzliche Idee ist dabei vielversprechend: Menschen treffen unter bestimmten Bedingungen – aufgrund von Besonderheiten der menschlichen Entscheidungsfindung – Entscheidungen, die ihren eigenen oder gesellschaftlichen Interessen widersprechen. Sie können jedoch in nicht wenigen Fällen durch einfache „Nudges“ (von engl. to nudge = „anstupsen“) davon abgehalten und zu einem ihren Interessen entsprechenden oder gesellschaftlich erwünschten Verhalten gebracht werden. Die Grundfrage, welches Verhalten tatsächlich gesellschaftlich wünschenswert ist und welches nicht, ist dabei in einer vorgelagerten Analyse zu diskutieren.

Die Besonderheit gegenüber dem Einsatz von Verboten oder Steuern ist bei Eingriffen des „Nudging“ ihre Niedrigschwelligkeit, d.h. die Akteure bemerken den Eingriff kaum oder überhaupt nicht. Dabei werden Erkenntnisse aus der Psychologie genutzt, um die gewünschte Änderung des Verhaltens zu unterstützen. So haben Menschen beispielsweise Abneigungen gegen Änderungen ihrer Gewohnheiten oder sie berücksichtigen in ihren heutigen Entscheidungen nicht (oder nur unzureichend) ihre zukünftigen Folgen. Solche Verzerrungen können in vielen Bereichen aus individueller oder gesellschaftlicher Sicht suboptimal sein. Im Bereich des Energieverbrauchs kann diese Verzerrung beispielsweise eine mögliche Erklärung dafür bieten, wieso selbst ökonomisch sinnvolle Investitionen in Energieeffizienz nicht getätigt oder andere Energiesparmöglichkeiten nicht umgesetzt werden.

Da ein „Nudge“ Individuen letztendlich die volle Entscheidungsfreiheit belässt, bezeichnet man diese Strömung auch als „liberalen oder sanften Paternalismus“. Dieses Vorgehen wird von vielen Wissenschaftlern befürwortet, da alternative Instrumente wie etwa Standards zu einer höheren Einschränkung der Entscheidungsfreiheit führen und oftmals nicht dieselbe Kosteneffektivität aufweisen (Allcott und Mullainathan 2010).⁴ Da die Verhaltensforschung schon vor der Einführung des Begriffs „Nudge“ bestand und sich darüber hinaus nicht trennscharf abgrenzen lässt, welche Maßnahmen unter den Nudge-Ansatz fallen (siehe bspw. Andor und Fels 2017), verwenden wir im Folgenden nicht mehr den Begriff der „Nudges“, sondern sprechen allgemeiner von „verhaltenswissenschaftlichen“ oder „verhaltensökonomischen“ Interventionen.

Der soziale Vergleich und das Projekt Opower

Erkenntnisse der ökonomischen und psychologischen Verhaltensforschung legen insbesondere ein spezielles nicht-preisbasiertes Instrument zur Beeinflussung der Verhaltensweise von Haushalten nahe: den sogenannten **sozialen Vergleich**.⁵ Mittels speziell gestalteter Mitteilungen, die einen Vergleich mit einer Vergleichsgruppe (Peer-Group) bieten, soll die Verhaltensweise von Haushalten beeinflusst werden. Die Möglichkeit durch soziale Normen Verhalten beeinflussen zu können, konnte in einer Reihe von unterschiedlichen Forschungsfeldern nachgewiesen werden: unter anderem in Bezug auf die Bereitstellung öffentlicher Güter (Chen et al. 2010), die Teilnahme an Wahlen

⁴ Da die „genudgten“ Menschen nicht in jedem Fall die Beeinflussung bemerken, wird der Einsatz dieses Instruments allerdings auch kontrovers diskutiert. Hier sei exemplarisch auf das Zeitgespräch in der November-Ausgabe des Wirtschaftsdienst 2014 unter dem Titel: „Nudging als politisches Instrument – gute Absicht oder staatlicher Übergriff?“ hingewiesen (Bruttel et al. 2014).

⁵ Für eine generelle Übersicht der Wirkung von verhaltenswissenschaftlichen Interventionen auf den Energieverbrauch von privaten Haushalten siehe den systematischen Literaturüberblick von Andor und Fels (2017).

(Gerber und Rogers 2009), die Höhe der Altersvorsorge (Beshears et al. 2011, Duflo und Saez 2003) und der Spendenbereitschaft (Croson und Shang 2008, Frey und Meier 2004, Martin und Randal 2008).

Im Jahre 2007 hat sich das privatwirtschaftliche, amerikanische Unternehmen Opower gegründet, welches Energieversorgern den Service anbietet, über Ansätze der verhaltenswissenschaftlichen Literatur den Energieverbrauch der Endkunden zu senken. Konkret versendet Opower regelmäßig Briefe, sogenannte „Home Energy Reports“, die neben dem zentralen Element des sozialen Vergleichs (des eigenen Stromverbrauchs mit dem Stromverbrauch von vergleichbaren „Nachbarn“⁶), Stromspar-Tipps und einen Überblick über die Entwicklung des eigenen Stromverbrauchs enthalten. Da es sich bei den Energiesparbriefen von Opower um eine der erfolgreichsten und bestuntersuchten nicht-preisbasierten Maßnahmen handelt, sollen die für dieses Projekt wesentlichen Erkenntnisse dargestellt werden.

Allcott (2011) analysiert alle Projekte von Opower, die im Jahr 2009 begonnen hatten. Sie umfassen insgesamt 600.000 Kunden von 12 beteiligten Stromversorgungsunternehmen, die randomisiert in sogenannte Treatment- und Kontrollgruppen aufgeteilt wurden. Die Treatmentgruppe zeichnet sich dadurch aus, dass sie das Treatment, in diesem Fall den Energiesparbrief erhält, während die Kontrollgruppe kein Treatment bekommt. Allcott stellte fest, dass der ungewichtete durchschnittliche (Einspar-) Effekt (Average Treatment Effect) über alle 17 Experimente bei 2,03% lag, wobei die gemessenen Effekte zwischen 1,37% und 3,32% in den unterschiedlichen Gruppen variierten. Ein Grund für die Variation der Effekte lag in der Frequenz der Treatments, also der Häufigkeit der Versendung der Briefe. So lag der ungewichtete durchschnittliche Effekt für vierteljährlich versendete Briefe bei 1,7%, bei monatlicher und zweimonatlicher Versendung bei 2,2%. Da die Häufigkeit der Versendung jedoch auch einen Effekt auf die Kosten verursacht, stellt Allcott fest, dass die vierteljährliche Versendung am kosteneffektivsten ist (Allcott 2011, S. 1089). Andere ähnlich aufgebaute und ebenfalls in den USA durchgeführte Studien beobachten vergleichbare Energieeinsparungen nach der Einführung solcher nicht-pekuniärer Anreize (Ayres et al. 2012, Costa und Kahn 2013, Ferraro und Price 2013). Zudem verdeutlichen die Studien, dass nicht-preisbasierte Interventionen Nachfrageeffekte auslösen können, die den Effekten von relativ hohen Preisänderungen entsprechen. So berechnet Allcott (2011), dass die ermittelten Effekte denen eines kurzfristigen Preisanstiegs von 11 % bis 20 % bzw. eines langfristigen Preisanstiegs von 5 % entsprechen. Zu vergleichbaren Ergebnissen gelangen auch Bertrand et al. (2010) und Ferraro und Price (2013). Darüber hinaus zeigen Allcott und Rogers (2014) in einer weiteren Studie, dass die Energiesparbriefe auch langfristig den Stromverbrauch senken.

Framing und die Motivation zum Energiesparen

Neben der Rolle von sozialen Vergleichen verweist die psychologische und ökonomische Literatur auch auf die Wirkung von Entscheidungskontexten („**Framing**“). Beispielsweise haben Labor-Experimente gezeigt, dass Menschen größere Anstrengungen zeigen, wenn anstelle von einer Bezahlung in Geld ein äquivalentes „Dankeschön“ angeboten wird (etwa Süßigkeiten mit demselben Geldwert). Diese und weitere Ergebnisse legen nahe, dass Menschen zwischen einem monetären und einem sozialen Kontext unterscheiden und sich den jeweiligen Kontexten entsprechend verhalten: Während

⁶ Bei Opower werden für die Bestimmung der „Nachbarn“ Haushaltscharakteristika genutzt, soweit sie vorhanden sind, wie etwa die Wohnungsgröße oder die Heizart (Allcott, 2011). Da diese Informationen in Deutschland nicht vorliegen, können Nachbarn nur geografisch bestimmt werden.

im monetären Kontext extrinsische Motivationen die größte Rolle spielen, sind es im sozialen Kontext intrinsische Motivationen und das Streben nach sozialer Anerkennung (Heyman und Ariely, 2007).

Da Energieverbräuche sowohl eine monetäre Dimension („Geldsparen“) als auch eine soziale Dimension („Klima schonen“) aufweisen ist zu vermuten, dass die Betonung des Geld- oder Umweltkontexts unterschiedliche Entscheidungsmechanismen aktiviert. Die Bedeutung dieses Aspekts in realen Entscheidungssituationen ist allerdings noch größtenteils unerforscht. Dass die Betonung der Motivation zum Ressourcensparen eine zentrale Rolle auf die Einspareffekte spielen kann, legt auch die Studie von Ferraro und Price (2013) nahe. So empfehlen diese auf Basis der Ergebnisse ihres ebenfalls groß angelegten Randomized Controlled Trials in Bezug auf den Wasserverbrauch von Haushalten, dass Konservierungskampagnen darauf fokussiert sein sollten, zu erläutern, *warum* Haushalte Ressourcen einsparen sollen.

Heterogenität der Einspareffekte

Die Studien von Allcott (2011), Ferraro und Price (2013) und Costa und Kahn (2013) legen nahe, dass die erzielten Einspareffekte keinesfalls für jeden Haushalt gleich hoch ausfallen, sondern es heterogene Treatment-Effekte gibt. So zeigen Costa und Kahn (2013) beispielsweise, dass der Effekt des Vergleichs des Energieverbrauchs von Haushalten mit dem Energieverbrauch einer Vergleichsgruppe bei liberalen Wählern („liberals“) wesentlich stärker ist als bei konservativen Wählern („conservatives“). Sie schlussfolgern, dass eine zielgerichtete Durchführung der Maßnahme die Einspareffekte erhöhen kann.

Zusammenfassende Erkenntnisse für die Studie

Basierend auf einer breiten empirischen Evidenz kann festgehalten werden, dass die Energiesparbriefe von Opower ein kosteneffektives Instrument zur Reduktion des Stromverbrauchs in den USA sind. Das Programm bildet dabei ein vielbeachtetes Beispiel für den Erfolg von nicht-preisbasierten Interventionen. Ob sich ähnliche Einsparungen durch diese erfolgversprechende Intervention auch in Deutschland erzielen lassen ist empirisch noch nicht erforscht. Dies zu untersuchen ist eine Hauptmotivation für die Durchführung dieser Studie.

Zudem wird in der ökonomischen Literatur die Effektivität der Briefe größtenteils dem sozialen Vergleich zugeschrieben und nicht den weiteren Bestandteilen der Briefe wie den Energiespartipps und dem regelmäßigen Feedback über den Energieverbrauch, wobei es allerdings noch keine belastbaren empirischen Belege für die Wirksamkeit der einzelnen Elemente der Energiesparbriefe gibt. Dies ist insbesondere interessant, weil es empirische Evidenz dafür gibt, dass auch Informationen ohne sozialen Vergleich Verhaltensänderungen bei Individuen auslösen können.

Des Weiteren scheint das „Framing“ und insbesondere die Art der Motivation zum Energiesparen eine bedeutende Rolle für den Erfolg von Informationskampagnen spielen zu können. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass es heterogene Einspareffekte über unterschiedliche Kundengruppen gibt. Eine Analyse dieser Heterogenität und eine darauf basierende zielgerichtete Anwendung könnten insbesondere dabei helfen, die Effektivität der Maßnahme zu steigern.

3. Vorbereitung des Feldexperiments

3.1. Auswahl der Kooperationspartner

Eine besondere Herausforderung bei der Durchführung des Feldexperimentes war, Energieversorgungsunternehmen für die gemeinsame Umsetzung des Projektes zu finden. Um eine möglichst hohe Anzahl an Energieversorgungsunternehmen über die Möglichkeit der Teilnahme an dem Projekt zu informieren, erfolgte die Kontaktaufnahme und Informationsdissemination auf zahlreichen unterschiedlichen Wegen. So wurden die etwa 12 größten Energieversorger durch Briefe an den Vorstand und viele weitere in persönlichen Telefonaten kontaktiert. Zudem hat die Energieberatungsfirma brandseven über 100 Energieversorger mittels telefonischer Anrufe und E-Mails über das Forschungsprojekt und die Möglichkeit der Partizipation informiert. Des Weiteren wurde das Projekt in energiewirtschaftlichen, praxisrelevanten Presseservices und Fachzeitschriften (bspw. ZMK - Zeitschrift für kommunale Wirtschaft) und auf der Fachmesse E-world energy & water 2014 vorgestellt. Außerdem wurden Veranstaltungen zur Vorstellung und Diskussion des Projektes, unter anderem mit dem BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. und dem Verein „Die Netzwerkpartner“, einer Kooperation von über 70 Energieversorgungsunternehmen, organisiert.

Die Auswahl der Energieversorgungsunternehmen dauerte länger als geplant und war endgültig im September 2014 abgeschlossen. Hauptgrund für die Verzögerung war eine generelle Zurückhaltung vieler Energieversorger bei der Umsetzung von noch nicht etablierten Interventionen. Dies gilt insbesondere in Bezug auf das Element des sozialen Vergleichs, deren Wirkung auf die Kundenbeziehung oft kritisch betrachtet wurde. Ein weiterer Grund, der genannt wurde, waren Kapazitätsengpässe und die Sorge, dass der Aufwand an der Studie teilzunehmen, zu hoch sei. Eine nicht unbedeutende Anzahl an Versorgern teilte uns mit, dass sie an der Studie nicht teilnehmen könnten, da sie durch die vermehrte Versendung von Briefen Kundenverluste fürchteten. Letztlich ist vermutlich ein weiterer Grund, dass es in Deutschland – anders als in anderen Ländern – für Energieversorger keine expliziten Anreize für die Senkung der Energieverbräuche der Endkunden gibt.

Im Ergebnis konnten wir die Versorger E.ON Energie Deutschland GmbH, oekostrom AG für Energieerzeugung und -handel, Städtische Werke AG und die WEMAG AG für die gemeinsame Durchführung des Projektes gewinnen. Neben den Energieversorgern haben wir weitere Kooperationspartner mit entsprechender Expertise gesucht und konnten im Rahmen des Projektes auf das Wissen und die Erfahrung der EnergieAgentur.NRW, der Verbraucherzentrale NRW sowie der Energiedienstleistungsunternehmen brandseven GmbH und Grünspar GmbH zurückgreifen. Zudem gab es eine Reihe von Institutionen, die uns punktuell sehr hilfreich unterstützt haben, wie die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), der Regionalverband Ruhr (RVR) und das Marktforschungsinstitut rheingold. Weiteren von uns angefragten Institutionen war es aus unterschiedlichen Gründen, insbesondere begrenzten Kapazitäten, nicht möglich, das Projekt zu unterstützen.

3.2. Ausgestaltung der Treatments

Als Grundlage für den Feldtest wurden zunächst Informationsbriefe (Infobriefe) und Briefe mit sozialen Vergleichen entwickelt. Dabei wurde besonderer Wert darauf gelegt, alle relevanten Stakeholder in diesen Prozess einzubeziehen. Das Ziel war, in Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern und weiteren Stakeholdern bestmögliche Briefe zu entwickeln, die – im Falle des Nachweises ihrer Kosteneffektivität – flächendeckend als Instrument zum Energiesparen angewendet werden könnten. An der Erstellung der Briefe waren neben den beteiligten Energieversorgern die EnergieAgentur.NRW, die Verbraucherzentrale NRW, und die Energie-Dienstleistungsunternehmen brandseven GmbH und Grünspar GmbH beteiligt. Weitere Unterstützung erhielten wir von der dena

und dem Marktforschungsinstitut rheingold. Die Briefe wurden dem Corporate Design der teilnehmenden Versorger angepasst und von den Versorgern versendet, sodass keine Beeinflussung der Teilnehmer durch die Wahrnehmung als Studie (John Henry-Effekt, Hawthorne-Effekt) vorliegen kann.

Bevor mit der Konzeption der Briefe begonnen wurde, fanden zahlreiche Gespräche und Treffen mit den genannten Kooperationspartnern, aber auch mit vielen weiteren interessierten Energieversorgern und Akteuren statt, um die Rahmenbedingungen und die Möglichkeiten für eine Umsetzung in Deutschland zu eruieren. Zentrale Rahmenbedingungen für die Erstellung der Briefe sind demnach, dass der Stromverbrauch von (der großen Mehrheit der) privaten Haushalte in Deutschland einmal jährlich abgelesen wird. Eine Rückmeldung über den Stromverbrauch kann daher nur einmal im Jahr aktualisiert werden. Des Weiteren liegen Energieversorgern nur begrenzte Informationen über die Zusammensetzung der Kundenhaushalte, wie etwa die Anzahl der Haushaltsmitglieder, vor. Eine vierteljährliche Briefversendung, die in den bisherigen amerikanischen Studien die höchste Kosteneffektivität erreichen konnte (u.a. Allcott 2011), wurde von den teilnehmenden Energieversorgern als geeignet und praktikabel angesehen. Im folgenden Abschnitt erläutern wir das konkrete Vorgehen zur Erstellung des Infobriefs und der Briefe mit sozialen Vergleichen.

Entwicklung der Infobriefe

Die Infobriefe verfolgen das Ziel, zu testen, ob die Bereitstellung von Wissen und die Erhöhung der Aufmerksamkeit für das Thema Energiesparen Haushalte zum Stromsparen anregen und letztlich ein kosteneffektives Mittel zum Energiesparen darstellen. Zudem soll analysiert werden, ob durch eine Variation des Framings in Bezug auf die Motivation zum Energiesparen eine Erhöhung des Einspareffektes erzielt werden kann.

Die Konzeptionierung der Infobriefe erfolgte in Zusammenarbeit mit brandseven und führte zu den folgenden Gestaltungsprinzipien. Die Briefe wurden eingebettet in einen Rundgang durch das eigene Zuhause („Machen Sie Ihr Zuhause zum Energiesparheim“) mit den vier Bereichen „Bad & Keller“, „Küche“, „Wohnen“ und „Technik & Freizeit“. Jeder der vier Briefe fokussierte sich auf einen der Bereiche und führte die Leser nach einer kurzen Ansprache über eine Verbrauchsübersicht an die Relevanz des entsprechenden Bereichs heran. Auf einer zweiten Seite wurden die Energiespartipps dieses Bereichs dargestellt, aufgeteilt in die Kategorien „schnell gespart“ (mit Verhaltenstipps) und „clever investiert“ (mit Investitionstipps). Die Darstellung der Tipps stellt insbesondere die positiven Konsequenzen ihrer Befolgung in den Vordergrund. Um zu testen, ob ein ökologisches oder ökonomisches Framing zu höherer Effektivität führt, wurden die Konsequenzen in Form konkreter Geld- oder CO₂-Einsparungen angegeben. Darüber hinaus versendete EON Briefe mit einem kombinierten Framing, das sowohl Geld- als auch CO₂-Einsparungen kommunizierte.

Jedem Brief wurde eine Erinnerungskarte beigelegt, die anhand einer Illustration des entsprechenden Bereichs die Geräte und Einsparmöglichkeiten farblich hervorhob und auf der Rückseite prägnant die Tipps zusammenfasste. Alle vier Erinnerungskarten ergaben zusammen ein Gesamtbild des Haushalts und griffen damit das Motto des „Energiesparheims“ wieder auf. Die versendeten Briefe werden in Anhang A.1 gezeigt.

Die Auswahl der Energiespartipps erfolgte in einem dreistufigen Verfahren und in engem Austausch mit der Verbraucherzentrale NRW, der EnergieAgentur.NRW sowie den teilnehmenden Energieversorgern. Zudem erhielten wir nützliche Hinweise der Deutschen Energie-Agentur GmbH

(dena). In einem ersten Schritt wurden Informationsmaterialien von Stiftung Warentest⁷, E.ON⁸, der „Stromsparinitiative“ (einer Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Natur, Bau und Reaktorsicherheit)⁹ und der Verbraucherzentrale NRW¹⁰ gesichtet und die dort erwähnten Energiespartipps zusammengetragen.

In einem zweiten Schritt wurden die Energiespartipps einem Bewertungsschema unterzogen, welches die Kategorien „Effektivität“, „Relevanz“, „Verständlichkeit“, „Umsetzungsaufwand“ und „Finanzielle Kosten“ berücksichtigte. Ein Tipp wurde für jede dieser Kategorien auf einer 3-Punkte-Skala bewertet, wobei höhere Werte für jeweils besser geeignete Tipps vergeben wurden. Ein Energiespartipp ist demzufolge besonders „effektiv“, wenn die Befolgung des Tipps zu hohen Stromeinsparungen führt. Energiespartipps erhalten eine hohe Bewertung in der Kategorie „Relevanz“, wenn viele Haushalte den Tipp potenziell befolgen können. Insofern zur Befolgung eines Einsparungshinweises keinerlei Expertenwissen notwendig ist, wird die Kategorie „Verständlichkeit“ höher bewertet, ebenso wie die Kategorie „Umsetzungsaufwand“ bei direkt umsetzbaren Hinweisen. Als „direkt umsetzbar“ werden alle Energiespartipps betrachtet, für die kein Neukauf von Geräten notwendig ist. Die Kategorie „Finanzielle Kosten“ bewertet, ob geringe oder hohe Anschaffungskosten zur Befolgung eines Tipps anfallen.

Auf der Basis der Gesamtpunktzahl wurde eine Rangliste der Tipps erstellt, um eine Vorauswahl der Tipps durchzuführen.¹¹ Die Gesamtpunktzahl eines Energiespartipps ergibt sich durch die Summe der einzelnen Punkte in den Kategorien, wobei die Kategorie „Effektivität“ aufgrund ihrer hohen Wichtigkeit für diese Studie doppelt gewichtet wurde. Für die vier Bereiche „Bad & Keller“, „Küche“, „Wohnen“ und „Technik & Freizeit“ wurden basierend auf der Gesamtpunktzahl grundsätzlich jeweils die vier besten Tipps ausgewählt. Darüber hinaus wurde darauf geachtet, möglichst nur jeweils einen Tipp pro Gerät zu versenden und gegebenenfalls Tipps zusammenzufassen (insbesondere bei der Verringerung von Stand-By-Verbräuchen). Es sollte außerdem die Balance zwischen Investitionstipps („Clever investiert“) und Verhaltenstipps („Schnell gespart“) gewahrt werden. **Tabelle 10** im Anhang A.2 gibt eine Übersicht über die resultierende Tippauswahl, sowie deren Beschreibung in den Energiesparbriefen.

Im letzten Schritt wurden für alle ausgewählten Tipps die konkreten Energieeinsparungen berechnet und in eingesparte Euro bzw. kg CO₂ pro Jahr umgerechnet. Um die Plausibilität und Praxisrelevanz der Tippauswahl und Einsparberechnungen sicherzustellen, wurden sie von der Verbraucherzentrale NRW, der EnergieAgentur.NRW sowie den teilnehmenden Energieversorgern geprüft. **Tabelle 11** im Anhang A.2 gibt eine umfassende Übersicht über die Berechnungsergebnisse und die dazu getroffenen Annahmen.

Auf der Basis der konzeptionellen Überlegungen, der Tippauswahl und der Einsparberechnungen erstellte brandseven einen ersten Entwurf der Informationsbriefe. Dieser wurde mit allen Partnern diskutiert und auf der Grundlage der daraus resultierenden Verbesserungsvorschläge angepasst. Um die Kundenakzeptanz vor der Durchführung des Feldexperiments zu prüfen, fand ein qualitativer Pretest der Briefe mit dem Meinungsforschungsinstitut rheingold GmbH & Co.KG in Form von 16

⁷ Stiftung Warentest: Test 2/2014: „Tricks der Stromjäger“; Test 2/2013: „Wo Sparen viel bringt“

⁸ http://apps.eon.com/documents/EVD_EnergieSpar_Tipps_0409_ger.pdf; S.9-31

⁹ <http://www.die-stromsparinitiative.de/stromspar-tipps/die-wirksamsten-stromspar-tipps/index.html>

¹⁰ <http://www.verbraucherzentrale.nrw/mediabig/218084A.pdf>; S. 4-14

¹¹ Die Liste der bewerteten Tipps stellen wir Interessierten auf Nachfrage gerne zur Verfügung.

tiefenpsychologischen Interviews statt. Die Ergebnisse zeigen, dass Kunden die Briefe durchweg positiv aufnehmen und Energieversorger als Absender der Briefe akzeptieren. Darüber hinaus erzeugen die Elemente der Briefe bei den Kunden Interesse und sprechen unterschiedliche Persönlichkeitstypen an. Zusammenfassend schätzte rheingold das Konzept der Briefe als erfolgsversprechend ein, da sie sowohl das Verständnis und die Umsetzung der konkreten Tipps als auch eine generelle Auseinandersetzung mit weitergehenden Energiesparmaßnahmen fördern.

Zusätzlich zu einer allgemeinen Einschätzung gab rheingold konkrete Verbesserungsvorschläge zur Formulierung und Ausgestaltung der Briefe, die bei der anschließenden Überarbeitung der Briefe berücksichtigt wurden. Darüber hinaus regte rheingold eine Darstellung der Einsparungen an, die sowohl Geld- als auch CO₂-Einsparungen berücksichtigt. Dieser Vorschlag führte zur Konzeptionierung einer weiteren Treatmentgruppe bei EON, in der die Einsparungen sowohl in Euro wie auch in CO₂ angegeben wurden. Hiermit soll getestet werden, ob die Effektivität der Briefe durch eine gleichzeitige Ansprache der extrinsischen und intrinsischen Motivation gesteigert werden kann.

Entwicklung der Briefe mit sozialem Vergleich

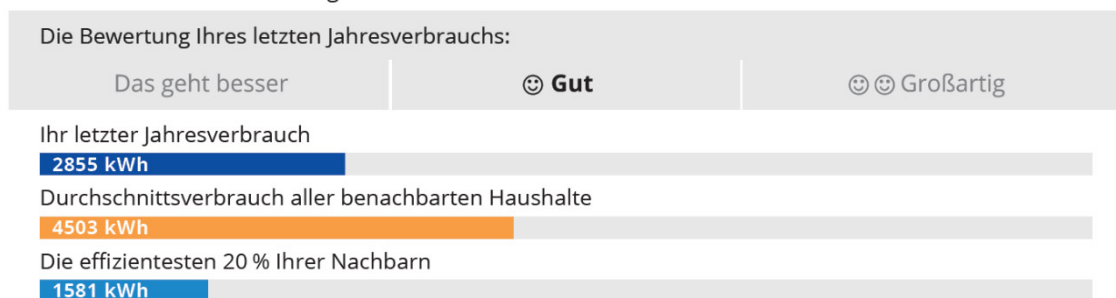
Die Konzeptionierung der Briefe mit sozialem Vergleich fand in Zusammenarbeit mit Grünspar statt. Ausgangspunkt für die Briefe war die Ausgestaltung der Home Energy Reports des amerikanischen Unternehmens Opower (u.a., Allcott 2011) sowie die im Rahmen dieses Projekts entwickelten Infobriefe.

Das Folgenprinzip der Infobriefe mit den vier Bereichen („Bad & Keller“, „Küche“, „Wohnen“ und „Technik & Freizeit“) wurde auch bei den Briefen mit sozialem Vergleich beibehalten. Der Schwerpunkt der Briefe lag nun allerdings auf einem Vergleich des Stromverbrauchs eines Kunden mit dem ähnlicher Haushalte. In Anlehnung an Opower fand die Bestimmung der ähnlichen Haushalte über eine regionale Zuordnung, jedoch nicht über weitere Haushaltscharakteristika, statt, da sie in Deutschland typischerweise den Versorgern nicht vorliegen. Konkret wurden die Jahresverbräuche der Briefempfänger in Bezug zu den Verbräuchen der Haushalte mit der gleichen Postleitzahl gesetzt, wie **Abbildung 1** veranschaulicht.

Abbildung 1: Beispiel eines Verbrauchsvergleichs

Ihr Verbrauchsvergleich

Ihr Verbrauchsverhalten im Vergleich mit Haushalten Ihrer Nachbarschaft



Zusätzlich erhielten Haushalte für jeden der vier Bereiche Energiespartipps, deren Auswahl und Berechnungen sich an den Tipps für die Infobriefe orientierten. Weitere Elemente erlaubten Haushalten, die für ihren Stromverbrauch typische Haushaltsgröße zu bestimmen und somit abschätzen zu können, ob sie mehr oder weniger verbrauchen als ein durchschnittlicher Haushalt mit der eigenen Haushaltsgröße. Außerdem konnten sie anhand von Zählerständen überprüfen, ob sie das Ziel einer Stromverbrauchssenkung um 10 % innerhalb eines Jahres erreichen.

Kunden bekamen die Möglichkeit, die sozialen Vergleiche und Energiespartipps nicht nur per Brief, sondern auch über eine App kostenlos zu beziehen. Darüber hinaus bekamen Haushalte Gutscheincodes, die sie im Energieeffizienz-Shop des Versorgers einlösen konnten. Die konkrete Ausgestaltung der Briefe wird im Anhang A.1 vorgestellt.

4. Daten und Empirischer Ansatz

4.1. Empirischer Ansatz

Die Studie wurde als Randomized Controlled Trial (randomisierte kontrollierte Studie) konzipiert, bei der Studienteilnehmer zufällig Experimentalgruppen zugelost werden. Eine oder mehrere Gruppen erhalten ein „Treatment“ (im vorliegenden Fall die Energiesparbriefe), während die sogenannte Kontrollgruppe kein solches „Treatment“ erhält. Durch diese Methodik kann bei ausreichend großen Stichproben erreicht werden, dass sich beide Gruppenzusammensetzungen sowohl in Bezug auf beobachtbare, wie auch unbeobachtbare, Charakteristika nicht unterscheiden. Ein Vergleich der durchschnittlichen Ergebnisvariablen in beiden Gruppen erlaubt daher, den durchschnittlichen kausalen Effekt der Intervention („Treatmenteffekt“) zu bestimmen. Anhang A.3 erläutert die wichtigsten statistischen Grundlagen eines Randomized Controlled Trials.

Zur Analyse der Stromverbräuche und zur Schätzung der durchschnittlichen Treatmenteffekte (Average Treatment Effect, ATE) der Briefe schätzen wir das folgende statistische Modell:

$$\Delta Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

wobei ΔY_i die Veränderung des logarithmierten Stromverbrauchs eines Haushalts i von der Baselineperiode (Rechnungsperiode 2014) zur Treatmentperiode (Rechnungsperiode 2015) bezeichnet, die Treatmentvariable T_i anzeigt, ob Haushalt i der Treatmentgruppe zugehört, und der Störterm ε_i alle weiteren Einflüsse abdeckt, die zu einer Stromverbrauchsänderung führen können.

Durch die Analyse von Stromverbrauchs-Differenzen werden individuelle zeitkonstante Effekte herausgerechnet, was zu einer höheren Präzision der Schätzung führt. Durch die log-Transformation der Stromverbräuche lässt sich der Parameter β_1 als durchschnittlicher prozentualer Treatmenteffekt interpretieren, da die Differenz der Logarithmen relative Änderungen approximiert. Wenn – wie in dieser Studie – geringe relative Treatmenteffekte zu erwarten sind, ist diese Approximation nahezu exakt.¹² Daher interpretieren wir β_1 im Folgenden direkt als durchschnittlichen relativen Treatmenteffekt. Um die Interpretation des prozentualen Effekts zu erleichtern, multiplizieren wir ihn mit 100, sodass er zwischen 0 und 100 liegt.

Die Schätzung des Modells **(1)** erfolgt durch die Methode der kleinsten Quadrate (ordinary least squares, OLS). Die im Text erwähnten Standardfehler beziehen sich auf die Standardfehler des durchschnittlichen relativen Treatmenteffekts β_1 und spiegeln dessen Schätzungenauigkeiten wider.

4.2. Poweranalyse zur Bestimmung der Stichprobengröße

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte a priori-Poweranalyse dient dazu, den notwendigen Stichprobenumfang vor der Durchführung des Experiments zu ermitteln. Im Fall der Versendung von Energiesparbriefen zur Reduktion von Stromverbräuchen ist das statistisch gesicherte Auffinden von Treatmenteffekten eine besondere Herausforderung, da Stromverbräuche sehr viel Variation

¹² Bei einer Einsparung von 1% liegt der Approximationsfehler bei: $\exp(0,01) - 1 - 0,01 = 0,00005$ (0,005%) und kann daher vernachlässigt werden.

aufweisen (sowohl über die Zeit als auch über teilnehmende Haushalte) und nur geringe Effekte durch die Briefe zu erwarten sind. Das Ziel der Poweranalyse liegt darin, den Stichprobenumfang der Studie so zu bestimmen, dass auch in einer solchen Situation statistisch gesicherte Aussagen zu der Höhe der Treatmenteffekte möglich sind.

Typischerweise stellen statistische Testverfahren nur sicher, dass die Wahrscheinlichkeit einer falschen Entdeckung (des „Fehlers 1. Art“, d.h. der fälschlichen Ablehnung der Nullhypothese) einen Wert von α nicht überschreitet. Diese Wahrscheinlichkeit wird als Signifikanzniveau bezeichnet und häufig auf 5 Prozent festgelegt. Kann die Nullhypothese allerdings nicht abgelehnt werden, ist eine Aussage zum Vorliegen von Effekten in den meisten Fällen nicht möglich. Es kann also nicht mit hoher Sicherheit beurteilt werden, ob *kein* Effekt vorliegt. Dies liegt daran, dass statistische Testverfahren die Wahrscheinlichkeit der Nichtentdeckung eines vorliegenden Effekts (des „Fehlers 2. Art“, d.h. einer zu Unrecht nicht verworfenen Nullhypothese), nicht festlegen können.

Die Wahrscheinlichkeit, mit der bei Nicht-Ablehnung der Nullhypothese tatsächlich kein Effekt vorliegt, wird als „Power“ eines Tests bezeichnet. Da die Power eines statistischen Tests unter anderem durch die Stichprobengröße bestimmt wird, können Randomized Controlled Trials so ausgelegt werden, dass sie ein bestimmtes, vorher festgelegtes Powerniveau erreichen.

Die erforderliche Größe der Stichprobe für Treatmentgruppen und Kontrollgruppe zu bestimmen, ist das Ziel der a priori-Poweranalyse. Basierend auf Duflo et al. (2008) berechnen wir die Stichprobengröße, die selbst geringe Einspareffekte von mindestens 1% mit einer Wahrscheinlichkeit (Power) von 80% zu entdecken erlaubt. Somit kann bei einer Nicht-Ablehnung der Nullhypothese mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden, dass Effekte vorliegen, die über 1% liegen.

Anhang A.4 erläutert Details der Powerberechnungen und deren Ergebnisse. Sie zeigen, dass in Abwesenheit von Vorjahresdaten rund 130.000 Haushalte für den Test einer einzigen Hypothese nötig wären. Durch die Verwendung von Vorjahresdaten für die Schätzung reduziert sich die notwendige Stichprobengröße auf rund 16.500 – 18.600 Haushalte, abhängig vom Anteil der Haushalte in der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis verdeutlicht, wieso unser Forschungsdesign darauf abzielt, auch Vorjahreswerte der Teilnehmer für die Schätzungen nutzen zu können.

Die Genauigkeit der Schätzung kann weiter durch eine Bereinigung um Ausreißer erhöht werden. In diesem Forschungsprojekt handelt es sich dabei um extreme Stromverbrauchsänderungen, wie sie beispielsweise durch einen Leerstand der Wohnung in der Treatmentperiode verursacht werden kann. Durch eine Bereinigung um Ausreißer reduziert sich die notwendige Stichprobengröße weiter auf rund 5.000 Haushalte. Ziel des Forschungsdesign war es, mindestens diese Stichprobengröße für jede der in dieser Studie untersuchten Hypothesen zu erreichen.

4.3. Versendung der Briefe und Randomisierung

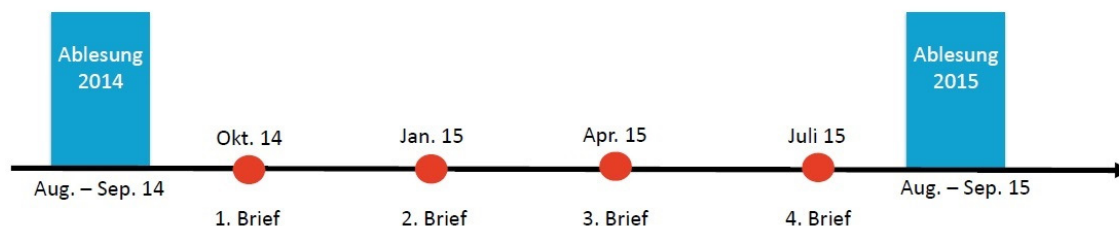
Um tatsächlich gemessene Stromverbräuche für die Auswertung der Studie nutzen zu können, wurde die Versendung der Briefe mit den regulären Ableseterminen der Versorger abgestimmt, wie **Abbildung 2** exemplarisch veranschaulicht. Für die Studie wurden diejenigen Kunden eines Versorgers berücksichtigt, deren reguläre Ablesetermine kurz vor Versendung des ersten Briefes lagen (im dargestellten Beispiel im August – September 2014).

Nach der Kundenablesung fand die Zuteilung der Kunden in mehrere Treatment- und eine Kontrollgruppe statt. Dabei wurde die Methode der Stratifizierung angewendet, durch welche eine verbesserte Aufteilung der Teilnehmer in Bezug auf bestimmte Merkmalsausprägungen („Strata“) erreicht werden kann. Hierfür wird die Experimentalstichprobe zunächst in Gruppen eingeteilt, bevor innerhalb jeder Gruppe die Teilnehmer zufällig den Experimentalgruppen zugeteilt werden. Als

Strata verwenden wir die Zugehörigkeit zu einem der drei Versorger sowie acht Kategorien des Stromverbrauchs im Jahr 2014.

Im Anschluss an die Randomisierung erfolgte die Versendung des ersten der vier Briefe, gefolgt von den weiteren drei Briefen im Abstand eines Vierteljahres. Somit konnte die nächste reguläre Ablesung der Kunden genutzt werden, um den tatsächlich gemessenen Jahresverbrauch für die Periode der Briefversendung zu ermitteln.

Abbildung 2: Exemplarische Übersicht über die Versendung der Briefe



4.4. Datenaufbereitung

Als Grundlage der Studie dienen Stromverbrauchsdaten von EON, SWK und WEMAG. Für jeden Versorger liegen Verbrauchsdaten für die Rechnungsperiode vor der Versendung der Briefe (Baseline-Periode) und nach der Versendung der Briefe (Treatment-Periode) vor. Die finalen Datenlieferungen erfolgten für EON am 19.1.2016, für WEMAG am 5.2.2016 und für SWK am 19.7.2016. Vom Energieversorger oekostrom steht die Datenlieferung noch aus, so dass die Auswertung nicht Teil dieses Berichts sein kann.

Die Kriterien für die Teilnahme an der Studie wurden bewusst weit gehalten, um eine möglichst hohe Repräsentativität über alle Kundengruppen zu erzielen. Einbezogen wurden in die Studie private Haushalte mit Stromverbräuchen in der Baseline-Periode zwischen 500 und 20.000 kWh. Durch diese breite Spanne werden nur Haushalte mit sehr geringen Verbräuchen (etwa für Zweitwohnungen) oder extrem hohen Verbräuchen (zum Beispiel ein Gewerbebetrieb, der fälschlicherweise als privater Haushalt geführt wird) ausgeschlossen, was Aussagen für nahezu die Gesamtheit der privaten Kunden erlaubt. Ein weiteres Kriterium erfordert, dass die Verbräuche der Baseline-Periode nicht geschätzt sein durften, sondern aus tatsächlichen Ablesungen resultieren. Hintergrund für diese Einschränkung ist die Tatsache, dass Effekte der Briefe nur über tatsächlich gemessene Verbräuche zu identifizieren sind.

Für eine möglichst hohe Repräsentativität der Ergebnisse haben wir keine weiteren Einschränkungen in Bezug auf bestimmte Tarife oder auf die Anzahl der Zähler in einem Haushalt getroffen. Eine Ausnahme ist der Versorger SWK, bei dem nur Haushalte mit einem Zähler berücksichtigt wurden. Hintergrund für diese Entscheidung ist die Ausgestaltung der Energiesparbriefe bei SWK, die auch Feedback zu dem Zählerstand vorsieht, was bei Haushalten mit mehreren Zählern nicht umzusetzen wäre.

Um Verbrauchswerte auch bei unterschiedlich langen Rechnungsperioden vergleichbar zu halten, normalisieren wir die Jahresverbräuche jeweils auf ein Jahr. Dabei wird zunächst der durchschnittliche Tagesverbrauch berechnet, der dann auf ein Jahr mit 365 Tagen hochgerechnet wird. Falls mehrere Zähler pro Haushalt vorliegen, bilden wir Haushaltsverbräuche als Summe dieser normalisierten Verbräuche für sowohl die Baseline- als auch die Treatmentperiode.

Insgesamt wurden 139.844 Haushalte in die Studie einbezogen. Davon sind 119.129 Kunden bei EON, 12.014 beziehen ihren Strom von SWK und 8.701 Haushalte sind Kunden der WEMAG (s. Tabelle 1).

Knapp über 50.000 Haushalte waren in einer der Treatmentgruppen und haben jeweils vier Briefe erhalten, sodass insgesamt rund 200.000 Briefe an diese Haushalte verschickt wurden. Durch notwendige Datenbereinigungen reduziert sich die Anzahl der auswertbaren Haushalte auf insgesamt 127.057, davon 107.352 bei E.ON, 8.085 bei WEMAG und 11.620 bei SWK. Die Hauptgründe für die Bereinigungen sind, dass Verbräuche von Haushalten im Jahr 2015 entweder geschätzt wurden oder nicht vorliegen. Details der Datenaufbereitung werden im Anhang A.5 dokumentiert.

Tabelle 1: Übersicht über die Stichprobengrößen vor und nach der Bereinigung

	EON		WEMAG		SWK		Gesamt	
	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe	Treatmentgruppe	Kontrollgruppe
Ursprüngliches Sample	39.993	79.136	4.002	4.699	6.011	6.003	50.006	89.838
Sample zur Auswertung	36.065	71.287	3.720	4.365	5.808	5.812	45.597	81.464

4.5. Deskriptive Statistiken

In diesem Abschnitt stellen wir die Charakteristika des bereinigten Datensatzes vor. Wie **Tabelle 2** veranschaulicht, unterscheiden sich die Anteile der Haushalte, die Briefe erhielten, nach Versorger und betragen 33% bei E.ON und rund 50% bei SWK und WEMAG. Bei E.ON wurden Informationsbriefe mit allen drei „Framings“ versendet, wohingegen bei WEMAG aufgrund der geringeren Stichprobengröße nur Briefe mit ökonomischem und ökologischem Framing versendet wurden. Bei SWK wurden ausschließlich Briefe mit sozialem Vergleich versendet. Das Ziel von mindestens rund 5.000 teilnehmenden Haushalten konnte damit für die Briefversendung mit sozialem Vergleich erreicht werden. Darüber hinaus konnte die Stichprobengröße durch die angestrebte gemeinsame Auswertung der Framingeffekte für E.ON und WEMAG in den drei experimentellen Bedingungen der Infobriefe übertroffen werden, so dass die Schätzgenauigkeit der Einspareffekte noch präziser ist.

Tabelle 2: Übersicht über die Stichprobengrößen zur Analyse, nach Versorger und Treatment

	EON		WEMAG		SWK	
Anzahl Haushalte	107.352		8.085		11.620	
Anzahl Haushalte in der Treatmentgruppe	36.065	33%	3.720	46%	5.812	50%
Ökonomisches Framing	12.068	11%	1.849	23%		
Ökologisches Framing	11.979	11%	1.871	23%		
Ökonomisches & Ökologisches Framing	12.018	11%				
Sozialer Vergleich					5.812	50%
Anzahl Haushalte in der Kontrollgruppe	71.287	67%	4.365	54%	5.816	50%

Um zu einer Einschätzung der Repräsentativität der Haushalte für Deutschland zu kommen, zeigt **Abbildung 3** die Verteilung der Stromverbräuche im Jahr 2014 nach Versorger und vergleicht sie mit der entsprechenden Verteilung deutscher Haushalte. Da Stromverbräuche vielzählige Lebensum-

stände von Haushalten wie etwa deren Personenanzahl, Wohnsituation oder Einkommen widerspiegeln, erlaubt ihr Vergleich erste Rückschlüsse darauf, wie repräsentativ die vorliegende Stichprobe für deutsche Haushalte ist.

Abbildung 3 verdeutlicht, dass die Verteilung der Stromverbräuche bei EON nahezu deckungsgleich zu der entsprechenden Verteilung deutscher Haushalte ist. Auch bei WEMAG finden sich nur minimale Unterschiede, mit einer leichten Häufung niedriger Stromverbräuche in Höhe von etwa 2.000 kWh. Bei SWK kommen niedrige Verbräuche in der Größenordnung von rund 1.500 kWh substantiell häufiger vor, was auf das für die Umsetzung der sozialen Vergleiche notwendige Selektionskriterium von nur einem Zähler pro Haushalt zurückgeführt werden kann.

Abbildung 3: Verteilung der Stromverbräuche im Jahr 2014, nach Versorger

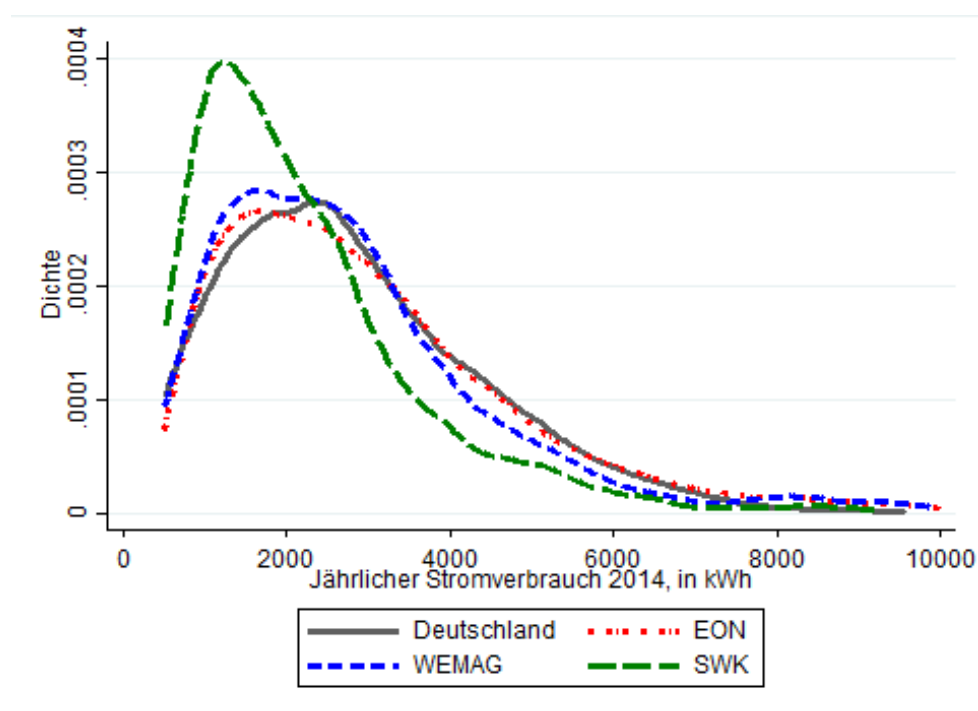


Tabelle 3 vergleicht weitere Charakteristika der teilnehmenden Haushalte der jeweiligen Versorger mit deutschen Vergleichswerten. Zunächst bestätigt sich, dass die mittleren Jahresverbräuche der EON-Kunden mit rund 3.300 kWh fast genau dem deutschen Durchschnittsverbrauch von 3.260 kWh entsprechen. Auch die Verbräuche von WEMAG-Kunden liegen mit 3.050 kWh sehr nahe am deutschen Durchschnitt, wohingegen die Kunden der SWK mit 2.293 kWh geringere Jahresverbräuche aufweisen.

In Bezug auf die Tarifwahl der Kunden entspricht der Anteil von Wärmestromkunden bei EON und WEMAG mit rund 5% dem deutschen Durchschnitt (**Tabelle 3**). Demgegenüber befinden sich die teilnehmenden Kunden von SWK nahezu ausschließlich in Tarifen der Grundversorgung. Rund 2% der EON-Kunden beziehen Ökostrom, während dieser Anteil bei WEMAG bei rund 46% liegt. Deutschlandweit beträgt dieser Anteil rund 17% und liegt damit zwischen den Anteilen der beiden Versorger.

Um die Unterschiede zwischen teilnehmenden Haushalten der Versorger weiter zu untersuchen, vergleicht der untere Teil von Tabelle 3 die Versorger über regionale Charakteristika auf Postleitzahlenebene. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Regionen, in denen teilnehmende Kunden von EON leben, in Bezug auf die Personendichte, den Seniorenanteil, die Arbeitslosenquote, Kaufkraft und den Anteil der Wähler der Partei Bd. 90/Die Grünen, der als ein Indiz für die Bedeutung klima- und

umweltrelevanter Themen in einer Region angesehen werden kann, nur minimal von den deutschen Durchschnittswerten unterscheiden. Diese Beobachtung spiegelt insbesondere die hohe Kundenzahl von EON und ihre Verteilung über nahezu die gesamte Bundesrepublik wider.

Demgegenüber leben Kunden von WEMAG vorwiegend in Regionen Mecklenburg-Vorpommerns, die sich vom Bundesdurchschnitt durch eine geringere Personendichte, höhere Arbeitslosenquote, geringere Kaufkraft sowie einen geringeren Anteil von „Grünen“-Wählern unterscheiden. Kunden von SWK hingegen leben vorwiegend in der Nähe der Stadt Kassel und somit in einer Region mit urbaner Bevölkerungsstruktur und hoher Personendichte. In dieser Region entspricht die Altersstruktur, Arbeitslosenquote und Kaufkraft weitgehend dem deutschen Durchschnitt, während der Anteil der „Grünen“-Wähler mit rund 15 % höher liegt.

Tabelle 3: Vergleich der Charakteristika der Haushalte, nach Versorger

	EON	WEMAG	SWK	Deutschland ¹³
Charakteristika der Haushalte				
Durchschn. Stromverbrauch 2014, in kWh	3.312	3.045	2.293	3.260
Wärmetarif	5,3 %	5,8 %	0,3 %	5%
Ökostromtarif	1,7 %	45,7 %	0,00 %	17%
Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife)	93,0 %	48,5 %	99,7 %	78%
Charakteristika der PLZ mit teilnehmenden Haushalten				
Personendichte in Personen/km ²	191	41	1.879	224
Seniorenanteil	20,8 %	20,3 %	23,5 %	20,5 %
Arbeitslosenquote	5,1 %	7,7 %	6,8 %	6,6 %
Kaufkraft pro Person, in 1000 EUR	20,8	17,5	22,0	21,3
Anteil an Wählern der Partei Bd. 90/Die Grünen	6,9 %	3,2 %	14,6 %	8,4 %

Zusammenfassend zeigen diese Vergleiche, dass für die Analyse der Infobriefe mit Kunden von EON und WEMAG weitgehend repräsentative Ergebnisse für Deutschland erwartet werden können. Grundsätzlich spiegeln die Kunden von EON einen großen Anteil deutscher Haushalte wider, mit etwas geringerer Tendenz zu Ökostromtarifen, die jedoch durch den Einbezug von WEMAG-Kunden teilweise ausgeglichen werden kann. Für die Analyse der Briefe mit sozialem Vergleich lässt sich festhalten, dass Haushalte von SWK zwar größtenteils in urbanen Regionen leben, diese sich aber in Bezug auf sozio-ökonomische Charakteristika nicht stark vom deutschen Durchschnitt unterscheiden.

¹³ Der Durchschnittsverbrauch wurde Destatis (2016) entnommen. Die Tarifanteile für Deutschland wurden auf Grundlage des „Monitoringbericht 2015“ (Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt 2015) berechnet. Der Anteil der Wärmetarife bestimmt sich aus dem Verhältnis der Anzahl aller Wärmetarife zur Anzahl aller privaten Zählpunkte. Die regionalen Durchschnitte bestimmen wir über den Rasterdatensatz von microm [microm Micromarketing-Systeme und Consult GmbH 2015a, b, c]. Der Anteil an Wählern der Partei Bd. 90/Die Grünen entspricht den gültigen Zweitstimmen für die Partei bei der Bundestagswahl am 22.09.2013 (Regionaldatenbank 2013).

5. Resultate

Dieser Abschnitt präsentiert die Ergebnisse der Studie. Die Analysen fokussieren sich durchgängig auf eine Stichprobe, bei der jeweils 1% der Beobachtungen mit den extremsten Steigerungen oder Verringerungen des Stromverbrauchs als Ausreißer eliminiert wurden.¹⁴ Solche Verbrauchsveränderungen in der Größenordnung von mehr als +60% oder weniger als -60% können im Allgemeinen nur auf außerordentliche Umstände, wie beispielweise einen längeren Auslandsaufenthalt oder eine Veränderung der Haushaltsgröße zurückgeführt werden. Anhang A.6 zeigt alle Ergebnisse für das vollständige Sample und verdeutlicht, dass die Ausreißerbereinigung in der Regel nur die Präzision der Schätzung verbessert, nicht aber die Höhe der Schätzwerte.

5.1. Effekt der Infobriefe

Um den durchschnittlichen Treatmenteffekt (Average Treatment Effect, ATE) der Infobriefe zu schätzen, analysieren wir zunächst alle Briefversendungen von EON- und WEMAG-Kunden. **Tabelle 4** gibt eine Übersicht über die Veränderungen des Stromverbrauchs in der Kontroll- und der Treatmentgruppe für die beiden Versorger.

Durch die randomisierte Zuteilung der Haushalte in eine Treatment- und eine Kontrollgruppe, jeweils innerhalb eines Versorgers, können wir einen allgemeinen Zeittrend von dem Effekt der Energiesparbriefe trennen. So wird deutlich, dass der Stromverbrauch bei den EON-Kunden im Untersuchungszeitraum ohne Intervention (Kontrollgruppe) um durchschnittlich 2,3% und bei den WEMAG-Kunden um 1% gesunken ist. Der Effekt der Versendung der Energiesparbriefe bestimmt sich durch die Differenz zwischen der Verbrauchsänderung der Treatment- und der Kontrollgruppe.

Tabelle 4: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG

Versorger	Änderung Treatmentgruppe	Änderung Kontrollgruppe	ATE	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall
EON	-2,40%	-2,30%	-0,10%	0,10%	[-0,29%; 0,10%]
WEMAG	-2,19%	-1,01%	-1,18%***	0,40%	[-1,97%; -0,40%]
EON u. WEMAG (gemeinsame Schätzung)			-0,18%*	0,10%	[-0,37%; 0,01%]

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau. Stichprobengrößen: 105.206 (EON); 7.925 (WEMAG). Die gemeinsame Schätzung berücksichtigt Konstanten für beide Versorger („fixed effects“).

Wie Spalte 4 der **Tabelle 4** veranschaulicht, liegt die durchschnittliche prozentuale Einsparung der Haushalte, welche durch die Versendung der Energiesparbriefe ausgelöst wird, bei 0,1% bei EON und 1,18% bei WEMAG. Zur Messung der statistischen Unsicherheit geben die weiteren Spalten Standardfehler und Konfidenzintervalle an, in deren Grenzen der wahre Wert des Verbrauchs eines Energieträgers mit einer 95%-igen Wahrscheinlichkeit liegt.

Bei EON ist dieses Konfidenzintervall sehr eng und reicht von -0,29% bis +0,09%. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass die Schätzung bei EON sehr präzise ist. Einspareffekte, die über 0,3% hinausgehen können nahezu ausgeschlossen werden. Die Energiesparbriefe konnten im Durchschnitt bei EON

¹⁴ Bei EON handelt es sich um Haushalte, die Ihren Jahresverbrauch um mehr als 58% senken, oder um mehr als 69% steigern. Bei WEMAG liegen diese Werte bei -67%, bzw. +87% und bei SWK bei -57%, bzw. +65%.

also nur äußerst geringe Einspareffekte erzielen. Umgerechnet ergebe sich durch eine Verbrauchsreduktion um 0,1% nur eine absolute Stromverbrauchsreduktion pro Haushalt von 3 kWh im Jahr. Bei WEMAG reicht das Konfidenzintervall dagegen von -1,97% bis -0,40% und zeigt daher, dass der durchschnittliche Einspareffekt statistisch signifikant von 0 verschieden ist und beträchtlich höher liegt. Eine Verbrauchsreduktion von 1,18% führt dabei zu einer Reduktion des Stromverbrauchs pro Haushalt, der einen Brief erhält, um 55 kWh.

Um die durchschnittliche Effektivität der Infobriefe über beide Versorger zu bestimmen, gibt die dritte Zeile von **Tabelle 4** den durchschnittlichen Treatmenteffekt bei Berücksichtigung der Haushalte beider Versorger an. In dieser Stichprobe liegt der durchschnittliche Einspareffekt bei 0,18% und ist zum 10% Signifikanzniveau statistisch von 0 verschieden. Das Konfidenzintervall ist sehr eng und reicht von -0,37% bis 0,01%, sodass Einspareffekte von über 0,4% nahezu ausgeschlossen werden können. Vor dem Hintergrund, dass die Kombination der teilnehmenden Haushalte der beiden Versorger den deutschen Durchschnittshaushalten größtenteils entsprechen, legt dieses Ergebnis nahe, dass Infobriefe in Deutschland nur zu sehr begrenzten Einsparungen innerhalb eines Jahres führen.

Durch das robuste Studiendesign kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass die geschätzten Effekte durch unbeobachtete Einflüsse ausgelöst werden, die eine der Experimentalgruppen überproportional betreffen. Da sich Treatment- und Kontrollgruppe in Bezug auf beobachtbare wie auch unbeobachtbare Charakteristika entsprechen, ist ausgeschlossen, dass Haushalte in der Treatmentgruppe beispielsweise häufiger Preisanpassungen erhalten oder in Regionen leben, die besonderen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Somit misst das Studiendesign mit hoher Sicherheit die kausalen Effekte der Briefe bei Studienteilnehmern innerhalb der Studienperiode (interne Validität). Ob die Effekte der Briefe auch bei anderen Studienteilnehmern oder in anderen Zeitperioden identisch wären (externe Validität), kann nicht mit abschließender Sicherheit bestimmt werden. Es müssten allerdings hohe Abweichungen von einer repräsentativen Stichprobe oder außergewöhnliche Umstände während der Studiendauer vorliegen, damit die gemessenen kausalen Effekte nicht extern valide wären – für beides gibt es bei dieser Studie keine Anhaltspunkte.

5.2. Framingeffekte

In diesem Abschnitt werden die durchschnittlichen Treatmenteffekte für Briefe mit ökologischem, ökonomischem oder kombiniertem Framing geschätzt. Wie **Tabelle 5** veranschaulicht, liegt bei EON der durchschnittliche Treatmenteffekt im ökonomischen Framing bei rund -0,3% und ist zum 10%-Signifikanzniveau statistisch von 0 verschieden. Die durchschnittlichen Treatmenteffekte des ökologischen und kombinierten Framings liegen sehr nahe bei 0 und sind statistisch nicht von 0 verschieden. Aufgrund der generell sehr geringen Einsparungen bei EON können allerdings keine statistisch gesicherten Unterschiede in den Framings gefunden werden. Dies wird durch die sich weit überlappenden Konfidenzintervalle der drei Framings deutlich.

Bei WEMAG liegt der durchschnittliche Treatmenteffekt der Briefe mit ökologischem Framing bei -1,29% und damit geringfügig über dem der Briefe mit ökonomischem Framing von -1,08%. Auch in diesem Fall überlappen sich die 95%-Konfidenzintervalle und es treten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Effektivität der Framings auf.

Tabelle 5: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG, nach Framing

Versorger	Framing	ATE	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	Stichprobengröße
EON	Ökonomisch	-0,27%*	0,15%	[-0,57%; 0,03%]	81.681
	Ökologisch	-0,01%	0,15%	[-0,31%; 0,29%]	81.582
	Kombiniert	-0,00%	0,15%	[-0,30%; 0,30%]	81.645
WEMAG	Ökonomisch	-1,08%**	0,50%	[-2,05%; -0,10%]	6.088
	Ökologisch	-1,29%***	0,49%	[-2,26%; -0,33%]	6.110

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau.

5.3. Heterogenität nach Tarifen

Dieser Abschnitt untersucht, inwiefern sich Einsparungen von EON- und WEMAG-Kunden in den drei Tarifkategorien Ökostromtarif, Heizstromtarif und Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife) unterscheiden.

Tabelle 6 zeigt für Kunden von WEMAG, dass die Einsparungen bei Kunden mit Heizstromtarifen mit ca. 4,7% besonders stark sind. Da diese Kundengruppe zudem noch besonders hohe Stromverbräuche hat (durchschnittlich 8.062 kWh), werden durch die Infobriefe besonders hohe absolute Einsparungen von durchschnittlich rund 375 kWh bei dieser Kundengruppe ausgelöst. Die Stromreduktion von Kunden in der Kategorie Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife) beträgt durchschnittlich 1,7% und ist statistisch signifikant. Demgegenüber haben Kunden mit Ökostromtarifen nur sehr geringe Einsparungen, die sich nicht statistisch signifikant von 0 unterscheiden.

Tabelle 6: Average Treatment Effect (ATE) bei WEMAG, nach Tarifen

	ATE	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	Stichprobengröße
Ökostromtarif	-0,25%	0,50%	[-1,23%; 0,74%]	3.647
Heizstromtarif	-4,65%***	1,85%	[-8,29%; -1,02%]	453
Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife)	-1,70%***	0,64%	[-2,95%; -0,45%]	3.825
Beobachtungen	7.925			

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau.

Tabelle 7 gibt die entsprechenden Einsparungen für Kunden von EON an und zeigt, dass die Heizstromkunden ihren Stromverbrauch nicht reduzieren (Punktschätzer +0,1%, nicht statistisch signifikant). Der Punktschätzer zeigt für Kunden mit Ökostrom-Tarifen sogar eine Steigerung des Stromverbrauchs um 1,12% an, die allerdings nicht statistisch signifikant ist. Kunden in der Kategorie

Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife) reduzieren ihren Stromverbrauch leicht, allerdings kann auch hier nicht statistisch ausgeschlossen werden, dass kein Effekt vorliegt.

Tabelle 7: Average Treatment Effect (ATE) bei EON, nach Tarifen

	ATE	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	Stichprobengröße
Ökostromtarif	1,12%	0,79%	[-0,43%; 2,67%]	1.816
Heizstromtarif	0,10%	0,46%	[-0,81%; 1,00%]	5.533
Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife)	-0,13%	0,10%	[-0,33%; 0,07%]	97.857
Beobachtungen	105.206			

5.4. Effekt der Briefe mit sozialem Vergleich

Die Schätzung der Einspareffekte der Briefe mit sozialem Vergleich beim Versorger SWK zeigt, dass der durchschnittliche Treatmenteffekt bei -0,44% liegt (**Tabelle 8**). Das 95%-Konfidenzintervall bei SWK reicht von -1,03% bis 0,16%, sodass der Schätzer nicht signifikant von 0 verschieden ist und wir die Abwesenheit von Einsparungen statistisch nicht ausschließen können. Die Höhe des Punktschätzers und die Konfidenzintervalle deuten allerdings auf moderate Einsparungen hin. Des Weiteren liegt der geschätzte Einspareffekt bei Verwendung der Stichprobe ohne Ausreißerbereinigung, also der gesamten Stichprobe des Versorgers SWK, bei 0,87% und ist statistisch signifikant zum 10%-Niveau (s. Anhang A.6).

Tabelle 8: Average Treatment Effect (ATE) bei SWK

Versorger	Änderung Treatmentgruppe	Änderung Kontrollgruppe	Treatmenteffekt (durchschnittlich)	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall
SWK	-2,41%	-1,97%	-0,44%	0,30%	[-1,03%; 0,16%]

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau. Stichprobengröße: 11.388 (SWK).

6. Diskussion

Auf der Grundlage der geschätzten durchschnittlichen Einspareffekte diskutiert dieser Abschnitt, ob eine großflächige Versendung von Energiesparbriefen in Deutschland eine kosteneffektive Maßnahme zur Erreichung klimapolitischer Ziele sein könnte. Hierfür berechnen wir die Vermeidungskosten pro Tonne CO₂, die sich aus den Kosten der Briefe, den durch die Briefe induzierten Einsparungen und der CO₂-Intensität der Stromerzeugung ergeben.¹⁵

¹⁵ Da durch das EU-Emissionshandelssystem die Gesamtmenge der CO₂-Emissionen festgelegt wird, ergeben sich aus einer rein statischen Perspektive keine zusätzlichen CO₂-Einsparungen. In einer dynamischen Perspektive können sich allerdings Einsparungen durch Anpassungen der zukünftig vorgegebenen Emissionsobergrenze ergeben.

Bei der Berechnung der Vermeidungskosten berücksichtigen wir die Druck- und Portokosten der Briefe, jedoch keine weiteren administrativen Kosten. Die Höhe der Einsparungen wird über die jeweils geschätzten Treatmenteffekte bestimmt. Als CO₂-Intensität nehmen wir für Deutschland 0,52 kg CO₂ pro kWh (BDEW 2013) und für die USA 0,34 kg CO₂ pro kWh (Allcott und Mullainathan 2010) an. Des Weiteren finden sich in der Literatur zwei Varianten zur Berechnung der Vermeidungskosten. In der Regel werden die Vermeidungskosten pro Tonne CO₂ berechnet, indem die geschätzten Kosten der Durchführung der Maßnahme durch die geschätzten Emissionseinsparungen dividiert werden (siehe zum Beispiel Boomhower und Davis 2014, Ito 2015, Joskow und Marron 1992, McKinsey 2007).

Abweichend davon berechnen Allcott und Mullainathan (2010) die Vermeidungskosten, indem sie von den geschätzten Kosten der Maßnahme die geschätzten Produktionskosten von Strom abziehen. Dieses Vorgehen führt zu geringeren Vermeidungskosten und somit zu einer besseren Kosteneffektivität der untersuchten Maßnahme. Im Folgenden stellen wir die Vermeidungskosten beider Berechnungsmethoden dar, die als Spanne der Vermeidungskosten interpretiert werden kann. Für die langfristigen Erzeugungskosten für Strom in Deutschland setzen wir 3,3 Cent pro kWh an, was dem gemittelten Preis eines „Phelix Base Year Future“ und eines „Phelix Peak Year Future“ im Oktober 2016 entspricht (EEX 2016). Für die USA werden 7,4 Cent pro kWh angenommen (Allcott und Mullainathan 2010).

Tabelle 9: Kosten-Nutzen-Analyse

Experiment	Einspar- effekt	Durch- schnittlicher Verbrauch in kWh	Vermei- dungs- kosten in ct/kWh	Erzeugungs- kosten in ct/kWh	Spanne der Vermeidungs- kosten in €/tCO ₂
Informationsbriefe					
EON	-0,10%	3.312	120,8	3,3	[2.250, 2.314]
WEMAG	-1,18%	3.045	11,1	3,3	[150, 213]
- Grundversorgung	-1,70%	2.554	9,2	3,3	[113, 176]
- Heizstrom	-4,65%	8.062	1,1	3,3	[-43, 20]
Sozialer Vergleich					
SWK	-0,44%	2.280	39,9	3,3	[701, 764]
USA (Allcott, 2011)					
- vierteljährliche Briefe	-1,7%	11.280	2,1	7,4	[-162, 61]

Annahmen: Kosten pro Brief 1 €; CO₂-Intensität in Deutschland 0,52 kg CO₂ pro kWh (BDEW 2013), in den USA 0,34 kg CO₂ pro kWh (Allcott und Mullainathan 2010); Erzeugungskosten für Strom in Deutschland 3,3 Cent pro kWh, was dem gemittelten Preis eines „Phelix Base Year Future“ und eines „Phelix Peak Year Future“ im Oktober 2016 entspricht (EEX 2016), in den USA 7,4 Cent pro kWh (Allcott und Mullainathan 2010).

Spalte 6 in **Tabelle 9** gibt für jede der versendeten Briefarten die Spanne an Vermeidungskosten an. Sie verdeutlicht, dass die Energiesparbriefe bei den Kunden von EON, WEMAG und SWK zu CO₂-Vermeidungskosten führen, die über 2.250 €, 150 € bzw. 701 € pro Tonne CO₂ liegen. Zur Beurteilung ihrer Höhe können die Vermeidungskosten mit Schätzungen zu den volkswirtschaftlichen Kosten von CO₂-Emissionen ins Verhältnis gesetzt werden. Da die Höhe dieser volkswirtschaftlichen Kosten in der Literatur stark schwankt, nennen wir hier drei Schätzwerte als Referenzpunkte. Das Umweltbundesamt hält als Best-Practice-Kostensatz 80 € pro Tonne CO₂ für angemessen (Schwemer et al. 2013). Greenstone et al. (2011) schätzen dagegen die sozialen Grenzkosten für eine Tonne CO₂ auf 21 US-\$ und der Preis für EU-Emissionsrechte lag im September 2016 bei rund 4 Euro pro Tonne CO₂, wobei dieser Preis allgemein als zu tief eingeschätzt wird.

Auch wenn diese Werte eine große Spannweite aufzeigen, wird deutlich, dass die Vermeidungskosten der Briefe weit darüber liegen, selbst im Vergleich zu relativ hohen Schätzungen der volkswirtschaftlichen Kosten von CO₂-Emissionen in Höhe von 80 € pro Tonne CO₂. Eine großflächige Versendung von Energiesparbriefen scheint in Deutschland daher als energiepolitisches Instrument zur Senkung des Stromverbrauchs und somit zur Reduktion von CO₂-Emissionen nicht geeignet.

Allerdings zeigen die Ergebnisse auch, dass eine Versendung an ausgewählte Kundengruppen kosteneffektiv sein kann. Bei einer Versendung der Infobriefe an Heizstromkunden bei WEMAG reichen die Vermeidungskosten von -43 € bis zu 20 € pro Tonne CO₂ und liegen damit tendenziell unter den geschätzten volkswirtschaftlichen Kosten von CO₂-Emissionen.

Die Kosteneffektivität von Briefen an Heizstromkunden bei WEMAG entspricht damit in etwa den Ergebnissen aus den USA, mit Vermeidungskosten im Bereich von rund -100 € bis 40 € pro Tonne CO₂. Da viele Haushalte in den USA Elektrizität für Raumwärme oder -kühlung verwenden und durchschnittliche Stromverbräuche von über 11.000 kWh im Jahr aufweisen, scheinen sie eher deutschen Heizstromkunden als deutschen Durchschnittsverbrauchern zu entsprechen. Vor diesem Hintergrund könnten andere Nutzungsverhalten und geringere durchschnittliche Stromverbräuche von Haushalten in Deutschland auch erklären, wieso die Effektivität der Briefe geringer ausfällt als in den USA.

Die vorliegende Berechnung der Kosteneffektivität bezieht sich auf Einspareffekte, die innerhalb des ersten Jahres eingetreten sind. Sollten die Briefe ohne weitere Versendungen auch in den folgenden Jahren zu Einspareffekten führen, könnte sich ihre Kosteneffektivität entsprechend erhöhen. Allerdings ist basierend auf empirischen Analysen von ähnlichen Interventionen zu vermuten, dass die langfristigen Einspareffekte ohne eine weitere Versendung der Briefe zumindest sinken (siehe bspw. Andor und Fels 2017 und Allcott und Rogers 2014). Zudem müssten die Einspareffekte über viele Jahre persistent sein, damit die Briefe tatsächlich als kosteneffektiv eingestuft werden könnten. Dies erscheint unwahrscheinlich. Nichtsdestotrotz ist eine Untersuchung der längerfristigen Effekte erstrebenswert.

7. Schlussfolgerungen und Ausblick

Zahlreiche Studien haben nachgewiesen, dass Energiesparbriefe in den USA eine kosteneffektive nicht-preisbasierte Intervention zur Reduktion von Haushaltsstromverbräuchen darstellen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde in diesem Forschungsprojekt der Frage nachgegangen, ob die Versendung von Energiesparbriefen auch in Deutschland ein geeignetes Politikinstrument sein könnte. Basierend auf Daten von rund 140.000 Haushalten wurden anhand von Randomized Controlled Trials zwei Ausgestaltungen von Energiesparbriefen untersucht: Infobriefe, die den Wissensstand und die Aufmerksamkeit der Haushalte zum Thema Energiesparen erhöhen sollten, und

Briefe, die zusätzlich soziale Vergleiche enthielten. Um die Eignung als Politikinstrument zu beurteilen, wird auf der Basis der geschätzten durchschnittlichen Stromeinsparungen die Kosteneffektivität der Maßnahme zur Reduktion von CO₂-Emissionen geschätzt. Zudem wurde untersucht, ob die angesprochene Motivation zum Energiesparen (das „Framing“) eine Auswirkung auf die Einspareffekte hat.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass sowohl die Informationsbriefe als auch die Briefe mit sozialem Vergleich im Durchschnitt relativ geringe Einspareffekte aufweisen.¹⁶ So ist der geschätzte durchschnittliche Einspareffekt bei den Informationsbriefen bei 0,18%, bei den Briefen mit sozialem Vergleich unter 1%. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse keine Anhaltspunkte dafür, dass die angesprochene Motivation zum Energiesparen zu Unterschieden in den ermittelten Einspareffekten führt.

Selbst unter vorteilhaften Annahmen liegen die Vermeidungskosten bei einer großflächigen Versendung der Briefe an Kunden der drei teilnehmenden Versorger EON, WEMAG und SWK bei über 2.250 €, 150 € bzw. 701 € pro Tonne CO₂. Da Schätzwerte für den volkswirtschaftlichen Schaden von CO₂-Emissionen unter diesen Werten liegen, ist von einer flächendeckenden Einführung von Energiesparbriefen abzuraten.

Ein wichtiger Grund für die geringe Kosteneffektivität der Maßnahme liegt in dem deutlich geringeren durchschnittlichen Verbrauch deutscher Haushalte (etwa 3.300 kWh) im Vergleich zu US-amerikanischen Haushalten (über 11.000 kWh). So müssten beträchtlich höhere prozentuale Einsparungen erreicht werden, um dieselbe absolute Energieverbrauchsreduktion zu erreichen, die für die Kosteneffektivität maßgeblich ist. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass Haushalte in den USA höhere Einsparpotenziale aufweisen, unter anderem da eine Nutzung von Elektrizität zur Raumkühlung und -heizung weitverbreitet ist. Zudem ermöglicht die regelmäßige unterjährigere Ablesung des Stromverbrauchs, beispielsweise bei einigen Versorgern in monatlichen Ablesesyklen, in den USA ein häufigeres Verbrauchsfeedback, was die Effektivität von Energiesparbriefen begünstigt.

Allerdings zeigen die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts auch, dass die Versendung von Energiesparbriefen an ausgewählte Kundengruppen durchaus kosteneffektiv sein kann. Bei Wärmestromkunden von WEMAG liegen die durchschnittlichen Einsparungen bei 4,7%, was CO₂-Vermeidungskosten von unter 20 € pro Tonne CO₂ impliziert. Zielgerichtete Informationen an Verbrauchergruppen mit hohem absolutem Verbrauch, wie es Heizstromkunden im Allgemeinen sind, könnten sich daher als ergänzendes Politikinstrument eignen.

Insgesamt ist allerdings selbst bei einer zielgerichteten Anwendung durch Energiesparbriefe kein erheblicher aggregierter Stromeinspareffekt für Deutschland zu erwarten. Es stellt sich daher weiterhin die Frage, mit welchen Maßnahmen die anvisierten erheblichen Energieverbrauchsreduktionen kosteneffektiv zu erreichen sind. Neben den konventionellen preisbasierten Maßnahmen sollte die Wirkung weiterer nicht-preisbasierter Maßnahmen systematisch mittels moderner Methoden der Kausalanalyse, die die Identifikation der tatsächlichen (Einspar-) Effekte der Maßnahmen ermöglichen, untersucht werden.¹⁷

¹⁶ Die Autoren dieser Studie weisen gerne darauf hin, dass eine Replikation der Studie durchaus wünschenswert ist (siehe dazu auch Maniadis et al. 2014).

¹⁷ Siehe zu den Methoden der Kausalanalyse unter anderem: Angrist und Pischke (2009), Imbens und Wooldridge (2009), oder in deutscher Sprache Bauer et al. (2009), Kugler et al. (2014).

Beispielsweise erscheint eine robuste Evaluation der Wirkung von Beratungen zur Gebäudesanierung vielsprechend. Zudem sollte die Wirkung von Energielabels intensiver erforscht werden, da diese potentiell Millionen von Kaufentscheidungen alleine in der Europäischen Union beeinflussen. Neueste Forschungsergebnisse legen hier Möglichkeiten zur Verbesserung des Labels im Sinne einer Steigerung des Kaufs von energieeffizienten Geräten nahe (Andor et al. 2016). Letztlich könnten auch zusätzliche Möglichkeiten durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere die Verbindung von intelligenten Stromzählern (Smart Meter) mit der Nutzung von Apps, neue Einsparpotenziale ermöglichen. Vor dem Hintergrund der Kosten von intelligenten Stromzählern sollte jedoch die Kosteneffektivität dieser Maßnahmen in geeigneten Pilotprojekten und auf Basis wissenschaftlicher Methoden nachgewiesen werden.

Dieses Projekt stellt ein weiteres Beispiel dafür dar, wie mit Hilfe moderner Evaluationsmethoden robuste Ergebnisse über tatsächliche Effekte von Maßnahmen ermittelt werden können, auf deren Basis politische Entscheidungsträger informiert Entscheidungen treffen können – ganz im Sinne einer evidenzbasierten Politikberatung.¹⁸ Eine systematische Evaluation von Maßnahmen erscheint in vielen Anwendungsfällen, insbesondere im Bereich des Energiesparens, praktikabel und sinnvoll, damit am Ende dort Ressourcen investiert werden, wo sie den größten Nutzen (in diesem Fall für den Klimaschutz) stiften.

¹⁸ Siehe beispielsweise Boockmann et al. (2014), acatech et al. (2017), Schmidt (2014).

Anhang

A.1 Beispiele der Energiesparbriefe¹⁹

Abbildung 4: Beispiel eines Energiesparbriefs für EON-Kunden (kombiniertes Framing)



E.ON Energie Deutschland GmbH • Postfach 14 75 • 84001 Landshut

<Anrede>
 <Akad.Titel><Vorname><Nachname>
 <Straße><HausNr>
 <PLZ><Ort>
 <Land>

E.ON Energie Deutschland GmbH
 Postfach 14 75
 84001 Landshut

www.eon.de
 betreuung@eon.de

Ihr persönlicher Service:
 T 08 71-95 38 62 00
 F 08 71-95 38 62 20

Wir sind für Sie da:
 montags bis freitags
 von 8.00 bis 20.00 Uhr
 samstags
 von 9.00 bis 14.00 Uhr

**In vier Schritten Geld sparen und die Umwelt schonen:
 Machen Sie Ihr Zuhause zum Energiesparheim**

Sehr geehrter XXX,

in jedem Haushalt schlummern Möglichkeiten, Strom einzusparen und CO₂ zu vermeiden. Machen Sie Ihr Zuhause jetzt zum Energiesparheim und tun Sie Ihrem Portemonnaie und der Umwelt etwas Gutes.

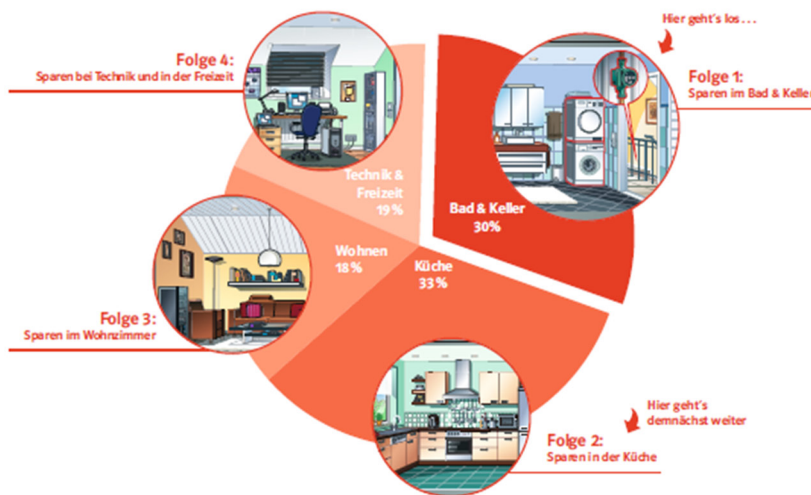
Mit unseren Energiespartipps geben wir Ihnen Anregungen, wie Sie Energie sparen können. Innerhalb eines Jahres erhalten Sie dazu von uns vier Briefe, in denen wir mit Ihnen durch die zentralen Bereiche gehen: **Bad & Keller, Küche, Wohnen sowie Technik & Freizeit.**

Schauen Sie die Tipps durch und entscheiden Sie, was am besten zu Ihnen passt. Mit der beiliegenden Karte können Sie die wichtigsten Tipps einfach sammeln und sehen, wie sich Ihr Zuhause im Verlauf des Jahres zum Energiesparheim entwickelt. Los geht's heute mit **Folge 1: Sparen im Bad & Keller.**

Mit freundlichen Grüßen
 Ihre E.ON Energie Deutschland GmbH

Strom im eigenen Zuhause: Wo wird wieviel verbraucht?

Stromverbrauch eines durchschnittlichen 4-Personen-Haushalts (ohne elektrische Warmwasserbereitung)



Vorsitzender des Aufsichtsrats:
 Dr. Ingo Luge

Geschäftsführer:
 Rolf Fouchier (Vorsitzender)
 Christian Barr
 Ulrich Danco
 Dr. Uwe Kolks
 Dr. Heinz Rosenbaum

Sitz: München
 Arnulfstraße 203
 80634 München
 Amtsgericht München
 HRB 209327
 Ust.-Id-Nr. DE259922663

¹⁹ Beispiele zu allen versendeten Briefen werden auf Nachfrage gerne zur Verfügung gestellt.



Folge 1:
Sparen im Bad & Keller – Tipps und Tricks rund um das Energiesparen

Das hat sich gewaschen: Im Bad & Keller Euros sparen und die Umwelt schonen

Schnell gespart

1 Sparbrause anbringen: Erzeugen Sie Warmwasser mit Strom? Dann können Sie viel Strom durch eine Spar-Duschbrause einsparen, die es in jedem Baumarkt zu kaufen gibt. Sie verringert Ihren Stromverbrauch im Jahr um ca. **1.000 kWh** und senkt Ihre Kosten dadurch um etwa **284 Euro/Jahr***
Rechnet sich meist schon in einem Monat.

<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">711 Euro</div> <div style="background-color: #4caf50; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">427 Euro</div>	<div style="font-size: 2em; color: #e91e63;">}</div> <div style="font-size: 1.5em; color: #e91e63;">284 Euro pro Jahr sparen!</div>
530 kg CO ₂ /Jahr vermeiden	

2 Waschtemperatur verringern: Waschen Sie mit hohen Temperaturen? Moderne Waschmittel erzielen auch dann gute Ergebnisse, wenn Sie die Waschttemperaturen von 60°C auf 40°C bzw. von 40°C auf 30°C verringern. Ihr Energieverbrauch sinkt dadurch um rund **75 kWh/Jahr**. Das entspricht 21 Euro/Jahr.*

<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">51 Euro</div> <div style="background-color: #4caf50; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">30 Euro</div>	<div style="font-size: 2em; color: #e91e63;">}</div> <div style="font-size: 1.5em; color: #e91e63;">21 Euro pro Jahr sparen!</div>
41 kg CO ₂ /Jahr vermeiden	

Clever investiert

3 Effiziente Heizungspumpe installieren: Haben Sie schon daran gedacht, Ihre alte Heizungspumpe auszutauschen? Alte Heizungspumpen sind – im Gegensatz zu neuen – dauerhaft in Betrieb und verbrauchen dementsprechend viel Strom. Wenn Sie eine moderne Pumpe installieren lassen, können Sie etwa **530 kWh/Jahr** einsparen und geben **150 Euro/Jahr** weniger aus.*
Rechnet sich meist schon in drei Jahren.

<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">167 Euro</div> <div style="background-color: #4caf50; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">17 Euro</div>	<div style="font-size: 2em; color: #e91e63;">}</div> <div style="font-size: 1.5em; color: #e91e63;">150 Euro pro Jahr sparen!</div>
279 kg CO ₂ /Jahr vermeiden	

4 Alten Trockner ersetzen: Nutzen Sie einen Trockner ohne Wärmepumpe? Ein konventioneller Trockner verbraucht gegenüber einem modernen energieeffizienten Trockner mit Wärmepumpe ca. **500 kWh/Jahr** mehr. Ein neuer Trockner senkt Ihre Kosten pro Jahr um **141 Euro**.
Rechnet sich meist schon in fünf Jahren.

<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">194 Euro</div> <div style="background-color: #4caf50; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">53 Euro</div>	<div style="font-size: 2em; color: #e91e63;">}</div> <div style="font-size: 1.5em; color: #e91e63;">141 Euro pro Jahr sparen!</div>
262 kg CO ₂ /Jahr vermeiden	

Entdecken Sie die Tipps, die für Sie passen, und legen Sie los

■ Im Durchschnitt ■ Nach Umsetzung des Tipps

*Jährliche Stromkosten: Berechnung auf Basis eines durchschnittlichen 4-Personen-Haushaltes. (E.ON OptimaStrom Ø 28 Ct./kWh, Energiemix in Deutschland 0,522 kg CO₂/kWh, weitere Annahmen: siehe rechts)
Zum Vergleich: 1 kg CO₂ entsteht, wenn man 5 km mit dem Auto fährt.
Quelle: E.ON

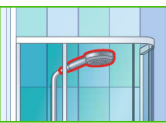
Tip	Annahmen zur Nutzung	Energieverbrauch pro Nutzung
1	5 Duschgänge pro Woche, 4 Personen	Alt: 0,49 kWh, neu: 0,29 kWh
2	220 Waschgänge: (120 mal: 60°C → 40°C, 100 mal: 40°C → 30°C)	Alt: 1,05/0,57 kWh, neu: 0,57/0,37 kWh
3	1 Jahr	Alt: 596 kWh, neu: 61 kWh
4	160 Trockenzyklen	Alt: 4,32 kWh, neu: 1,19 kWh



Version: Eco & Öko


Hoher Energieverbrauch im Bad & Keller? Können Sie abhaken! Ihre Checkliste:

Schnell gespart



1 Sparbrause anbringen

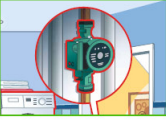
Sparduschen gibt's in jedem Baumarkt und sie können mit wenigen Handgriffen ausgetauscht werden.



2 Waschtemperatur verringern


Einfach mal 10°C weniger einstellen.

Clever investiert



3 Effiziente Heizungspumpe installieren

Vorher vom Heizungsinstallateur beraten lassen.



4 Alten Trockner ersetzen

Kaufen Sie einen Trockner mit Wärmepumpe.

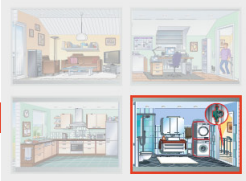


Abbildung 5: Beispiel für eines Energiesparbriefs für SWK-Kunden

Ihre Kundennummer

123456789



Städtische Werke AG · Königstor 3 – 13 · 34117 Kassel

Herr
Jens Schnitzler
Aachener Straße 16
12345 Musterstadt

In vier Schritten Geld sparen: Machen Sie Ihr Zuhause zum Energiesparheim

Sehr geehrter Herr Schnitzler,

in jedem Haushalt schlummern Möglichkeiten Strom einzusparen. Machen Sie Ihr Zuhause jetzt zum Energiesparheim und tun Sie Ihrem Portemonnaie etwas Gutes.

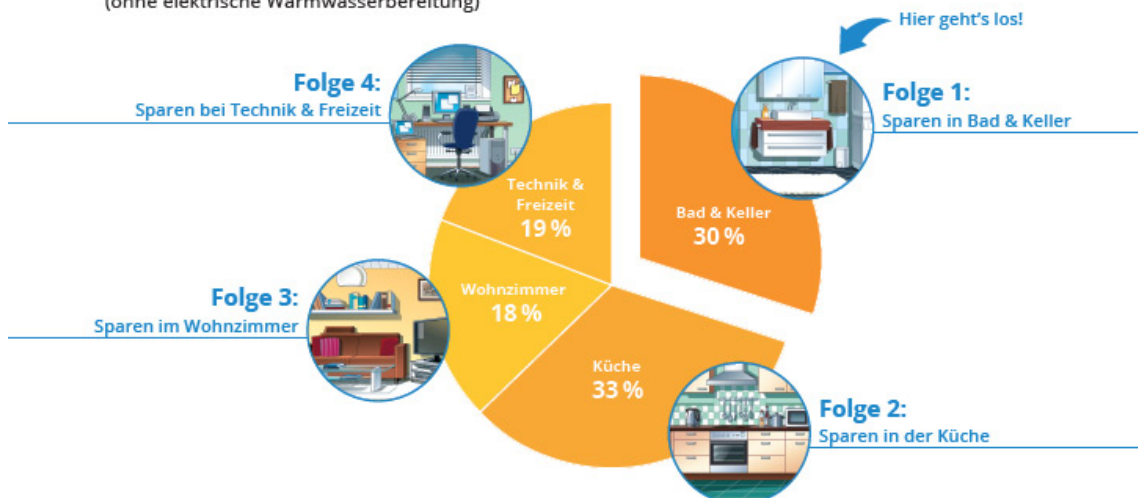
Mit Ihrem persönlichen Energiebericht und unseren Energiespartipps, informieren wir über Ihren Verbrauch und geben Ihnen Anregungen, wie Sie Energie sparen können. Hierzu erhalten Sie von uns vier Briefe, in denen wir mit Ihnen die zentralen Bereiche Ihres Heims durchgehen: **Bad & Keller, Küche, Wohnzimmer sowie Technik & Freizeit.**

Schauen Sie die Tipps durch und entscheiden Sie, was am besten zu Ihnen passt. Los geht's heute mit **Folge 1: Sparen in Bad & Keller.**

Mit freundlichen Grüßen
Ihre Städtische Werke AG

Strom im eigenen Zuhause: Wo wird wie viel verbraucht?

Stromverbrauch eines durchschnittlichen 4-Personen-Haushalts
(ohne elektrische Warmwasserbereitung)



Städtische Werke AG
Königstor 3 – 13
34117 Kassel
Amtsgericht Kassel HRB 2150

Besuchen Sie uns online
www.sw-kassel.de
www.shop.sw-kassel.de

Servicetelefon Kassel
0561 782 - 3030
Mo. bis Do. 7:30 – 18 Uhr
Fr. 7:30 – 16 Uhr

Servicetelefon Deutschland
0561 782 - 3040
Mo. – Fr. 8 – 18 Uhr

Vorsitzender des Aufsichtsrats
Oberbürgermeister Bertram Hilgen

Geschäftsführer
Dipl.-Kfm. Andreas Helbig
(Vorsitzender)
Dr. Thorsten Ebert
Dipl.-Oec. Stefan Welsch

Kontodaten
Kasseler Sparkasse
BLZ: 520 503 53
Kontonummer: 2176819

BIC: HELADEF1KAS
IBAN: DE86 5205 0353 0002 1768 19

Ihr Energiebericht



Ihr letzter Jahresverbrauch

2855 kWh

Ihr Verbrauchsvergleich

Ihr Verbrauchsverhalten im Vergleich mit Haushalten Ihrer Nachbarschaft

Die Bewertung Ihres letzten Jahresverbrauchs:

Das geht besser

😊 **Gut**

😊😊 Großartig

Ihr letzter Jahresverbrauch

2855 kWh

Durchschnittsverbrauch aller benachbarten Haushalte

4503 kWh

Die effizientesten 20 % Ihrer Nachbarn

1581 kWh



Besser informiert, mehr gespart:
Die neue **Energysaver App** der Städtischen Werke.

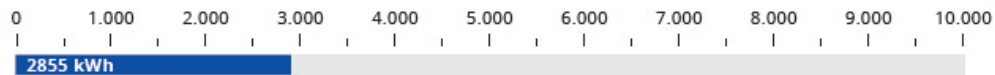


Ihr Haushaltsgrößencheck

Bewertung Ihres letzten Jahresverbrauchs in kWh nach Haushaltsgröße

Sind Sie zufrieden mit Ihrem Verbrauch?

Ihr letzter Jahresverbrauch von **2855 kWh** entspricht einem **2-Personen-Haushalt**.



Personen im Haushalt:	1	2	3	4	5	6	7
Ø Verbrauch/Jahr (kWh):	1.700	3.000	3.500	4.200	4.700	5.200	5.700

Quellen: forsa 2009, BDEW, EEFA 2013, Werte gerundet. 30 % Mehrverbrauch bei elektrischer Warmwassererzeugung.

Ihr Energiesparziel für 10 % Einsparung

Erreichen Sie Ihr Ziel?

Ihr aktueller Sollzählerstand für 10 % Einsparung: **34631 kWh**

Ihr letzter Jahresverbrauch

2855 kWh

Ihr Ziel für den nächsten Jahresverbrauch

2570 kWh

Verbrauchsprognose und Zählerstand unter Anwendung des Standardlastprofils H0.

[Mehr Tipps und Empfehlungen finden Sie auf der Seite „Ihre Energiespartipps“ →](#)

Bitte beachten Sie, dass Ihre Daten ausschließlich zur Bereitstellung Ihres Energieberichts und nicht zu Abrechnungszwecken genutzt werden.

Ihre Energiespartipps

So machen Sie Ihr Zuhause zum Energiesparheim



Waschtemperatur verringern

Waschen Sie mit 40°C statt 60°C bzw. 30°C statt 40°C. Das spart im Schnitt **13 Euro/Jahr**. Moderne Waschmittel machen es möglich.

Umwälzpumpe austauschen

Alte Umwälzpumpen sind oft im unnötigen Dauerbetrieb, auch dann wenn kein neues Heizwasser benötigt wird. Neue Umwälzpumpen passen sich dynamisch dem Bedarf an und senken so den Stromverbrauch um rund **90 %**.

Preis: **197,10 €**
Einsparpotenzial: **1140 €**



Wilo Stratos Pico 25/1-4 188mm

- Bedarfsgerechte Heizwasserversorgung
- Elektronisch geregelt und wartungsfrei
- Einfache und flexible Montage

Sparbrause installieren

Erzeugen Sie Warmwasser elektrisch? Ein Wassersparduschkopf mischt dem Strahl feine Luftbläschen zu, ohne die Reinigungsleistung zu beeinträchtigen. Das spart bis zu **60 %** gegenüber einem herkömmlichen Duschkopf.

Preis: **17,01 €**
Einsparpotenzial: **575 €**



Hansgrohe Crometta 85 1jet Green

- QuickClean Antikalksystem
- Hoher Duschkomfort durch Luftblasen
- Einfache Montage

Preis: **80,10 €**
Einsparpotenzial: **575 €**



Wolf Bubble Rain espresso XL

- Elegantes Design
- 95 mm Kopfdurchmesser
- Tolles Duschgefühl durch Wasserblasen

Ineffizienten Trockner ersetzen

Wärmepumpentrockner benötigen im Gegensatz zu Kondensationstrocknern keinen Heizstab. Stattdessen wird Wärme durch einen Verdampfer erzeugt und in einem Kreislauf kontinuierlich wiederverwendet. Das senkt die Kosten um rund **36 %**.

Preis: **569 €**
Einsparpotenzial: **830 €**



Bosch WTW 86271 Wärmepumpentrockner A++

- Zahlreiche Spezialprogramme und Knitterschutz
- Selbstreinigender Kondensator
- Hohe Energieeffizienz A++

Alle Preise inklusive MwSt. und

10 % Kundenrabatt*

* Einfach Kundennummer im Warenkorb eingeben. Ihre Kundennummer finden Sie auf Seite 1. Ausgenommen weiße Ware.

Diese und viele weitere großartige Energiesparer finden Sie auf

 shop.sw-kassel.de

Waschtemperatur verringern: 220 Waschgänge (120-mal: 40° statt 60°, 100-mal 30° statt 40°), Alter Stromverbrauch pro Nutzung: 1,05 / 0,57 kWh; Neu: 0,57 / 0,34 kWh

Umwälzpumpe austauschen: Nutzungsdauer: 10 Jahre, Einfamilienhaus, Alter Stromverbrauch pro Jahr: 596 kWh; Neu: 26 kWh

Sparbrause installieren: Wasserverbrauch pro Jahr vorher / nachher: 18.000 L / 7.200 L, 4 min duschen an 300 Tagen, 5 Jahre Nutzungsdauer

Ineffizienten Trockner ersetzen: 160 Trockengänge, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Alter des Vergleichsgeräts: 12 Jahre

Strom: 20 ct/kWh **Kaltwasser:** 3,9 €/m³ **Warmwasser 37°:** 10,69 €/m³ (Gesamtkosten für Strom und Wasser)

Mehr Infos zu den Einsparpotenzialen der mit Bild aufgelisteten energieeffizienten Produkte finden Sie auf den jeweiligen Produktdetailseiten auf shop.sw-kassel.de

Alle Preise auf dieser Seite bereits inkl. 10 % Kundenrabatt.

A.2 Auswahl der Energiespartipps

Tabelle 10 listet die für die Infobriefe ausgewählten Energiespartipps auf.

Tabelle 10: Übersicht über die verwendeten Energiespartipps

Bereich	Name des Tipps	Beschreibung	Art des Tipps
Bad & Keller	Sparbrause anbringen	Erzeugen Sie Warmwasser mit Strom? Dann können Sie viel Strom durch eine Spar-Duschbrause einsparen, die es in jedem Baumarkt zu kaufen gibt.	Schnell gespart
	Waschtemperatur verringern	Waschen Sie mit hohen Temperaturen? Moderne Waschmittel erzielen auch dann gute Ergebnisse, wenn Sie die Waschttemperaturen von 60°C auf 40°C bzw. von 40°C auf 30°C verringern.	Schnell gespart
	Effiziente Heizungspumpe installieren	Haben Sie schon daran gedacht, Ihre alte Heizungspumpe auszutauschen? Alte Heizungspumpen sind – im Gegensatz zu neuen – dauerhaft in Betrieb und verbrauchen dementsprechend viel Strom.	Clever investiert
	Alten Trockner ersetzen	Nutzen Sie einen Trockner ohne Wärmepumpe? Ein konventioneller Trockner verbraucht gegenüber einem modernen energieeffizienten Trockner mit Wärmepumpe ca. 500 kWh/Jahr mehr.	Clever investiert

Energiesparen in privaten Haushalten

Bereich	Name des Tipps	Beschreibung	Art des Tipps
Küche	Kühlschranktemperatur optimieren	Ist die Temperatur in Ihrem Kühlschrank zu niedrig eingestellt? Eine Temperatur im Kühlschrank von 7 °C ist vollkommen ausreichend. Und im Vergleich zu beispielsweise 4 °C verbrauchen Sie 51 kWh/Jahr weniger.	Schnell gespart
	Energiesparprogramm nutzen	Nutzen Sie das Energiesparprogramm Ihres Geschirrspülers? Dadurch verlängert sich die Spüldauer zwar etwas, Ihr Stromverbrauch sinkt allerdings im Vergleich zu dem normalen Programm.	Schnell gespart
	Wasserkocher nutzen	Erhitzen Sie Wasser im Wasserkocher oder im Topf? Durch einen Wasserkocher lassen sich ca. 47 kWh/Jahr sparen.	Clever investiert
	Alten Kühlschrank ersetzen	Ist Ihr Kühlschrank in die Jahre gekommen? Eine 15 Jahre alte Kühl-Gefrier-Kombination verbraucht im Vergleich zu einem modernen, energieeffizienten Gerät ca. 215 kWh/Jahr mehr.	Clever investiert
Wohnen	Steckdosenleiste verwenden	Achten Sie auf Stand-by-Verluste bei Ihren Multimediageräten? Bei einem Fernseher mit DVD-Player und Receiver fallen etwa 140 kWh/Jahr Stand-by-Stromverbrauch an. Dementsprechend sparen Sie 39 €/Jahr, wenn Sie die Geräte mit einer schaltbaren Steckdosenleiste komplett ausschalten, anstatt sie im Stand-by zu belassen.	Schnell gespart
	Stereoanlage nicht im Standby halten	Halten Sie eine ältere Stereoanlage im Standby? Dann können Sie ca. 95 kWh/Jahr einsparen, wenn Sie sie ausschalten, was einer Kostenersparnis von ca. 27 Euro/Jahr entspricht.	Schnell gespart

Bereich	Name des Tipps	Beschreibung	Art des Tipps
Wohnen	Effizient Fernsehen	<p>Achten Sie auf die Energieeffizienz Ihres Fernsehers?</p> <p>Bei Neuanschaffungen können Sie bei gleicher Größe etwa 125 kWh/Jahr weniger verbrauchen, wenn Sie sich für energieeffiziente Geräte entscheiden – und sparen rund 34 Euro/Jahr.</p>	Clever investiert
	Effizienten Deckenfluter besorgen	<p>Deckenfluter sind sehr stimmungsvoll, können Sie aber auch teuer zu stehen kommen.</p> <p>Wenn Sie ineffiziente Geräte durch energieeffiziente Deckenfluter ersetzen, können Sie Ihren Stromverbrauch im Jahr um bis zu 310 kWh/Jahr senken, was rund 87 Euro/Jahr entspricht.</p>	Clever investiert
Technik & Freizeit	Master-Slave-Steckdosenleiste verwenden	<p>Nutzen Sie die Möglichkeit, Stand-by-Verluste zu vermeiden?</p> <p>Ein Desktop-PC mit Drucker und Lautsprechern verbraucht im Stand-by ca. 90 kWh/Jahr. Mit einer Master-Slave-Steckdosenleiste werden alle Geräte automatisch vom Strom getrennt, sobald Sie den Computer ausschalten.</p>	Schnell gespart
	Zweitgerät ausschalten	<p>Nutzen Sie einen alten Kühlschrank als Zweitgerät für besondere Anlässe?</p> <p>Achten Sie darauf, dass Sie keine Kühlgeräte im Dauerbetrieb halten, die Sie nicht ständig benötigen.</p>	Schnell gespart

Bereich	Name des Tipps	Beschreibung	Art des Tipps
Technik & Freizeit	Zeitschaltuhr für WLAN-Router	Nutzen Sie W-LAN? Entsprechende Router sind normalerweise rund um die Uhr im Betrieb. Wenn Sie sie mit einer Zeitschaltuhr beispielsweise nachts ausschalten, sinkt Ihr Stromverbrauch um ca. 53 kWh/Jahr und Sie sparen 14 Euro/Jahr.	Clever investiert
	Laptop anstelle von Desktop-PC	Stehen Sie vor der Entscheidung, sich entweder einen Laptop oder einen Desktop-PC zu kaufen? Ein Laptop ist nicht nur flexibler, sondern verbraucht auch weniger Strom.	Clever investiert

Darüber hinaus geben wir im Folgenden eine Übersicht über die Berechnungen der Stromeinsparungen bei Befolgung der Tipps, sowie deren Umrechnung in Euro- und CO₂-Einsparungen.

Die Umrechnung erfolgte unter der Annahme von Stromkosten in Höhe von 0,28 Cent/kWh und einer CO₂-Intensität von 0,52 kg CO₂/kWh (BDEW 2013). Als Referenz für die durchschnittlichen Verbrauchswerte wurde ein 4-Personen-Haushalt unterstellt. Alle weiteren Annahmen über das Nutzerverhalten der Haushalte, sowie über die technische Ausstattung und mögliche Anschaffungskosten von etwaigen Neugeräten können **Tabelle 11** entnommen werden. Die Tabelle beschreibt außerdem die Ergebnisse der Berechnungen des Stromverbrauch und der Stromkosten, bzw. der CO₂-Emissionen, jeweils vor und nach der Befolgung der Energiespartipps.

Tabelle 11: Berechnungen der Stromverbräuche und -einsparungen

Tipp	Annahme	Vor Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr	Nach Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr
Bad & Keller			
Sparbrause installieren	5 Duschgänge pro Woche, 4 Personen;	2540,3	1524,2
	Verringerung des Wasserverbrauchs um ca. 6 Liter pro Minute; Anschaffungskosten:	711	427
	32€	1326	796
Quelle	http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/tipps-zum-energiesparen/hocher-wasserverbrauch/wasserverbrauch-personenhaushalt.html		

Tipp	Annahme	Vor Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO2 pro Jahr	Nach Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO2 pro Jahr
Mit niedrigen Temperaturen waschen	220 Waschgänge (120 mal: 60° -> 40°, 100 mal: 40° -> 30°); Waschmaschinenalter: 7 Jahre	183	105,4
		51	30
		96	55
Quelle	http://forum-waschen.de/online-waschrechner.html		
Effiziente Heizungs-pumpe installieren	Neue Heizungspumpe führt zu 90% Einsparungen gegenüber alter Heizungspumpe; Anschaffungskosten: 400€	596	61
		167	17
		311	32
Quelle	http://www.verbraucherzentrale.nrw/mediabig/218084A.pdf		
Alten Trockner ersetzen	160 Trockenzyklen; Gerät mit Fassungsvermögen von 8kg; neues Gerät aus dem Jahr 2009; Anschaffungskosten: 763€	691,2	190,4
		194	53
		361	99
Quelle	http://www.ecotopten.de/prod_trocknen_prod.php		
Küche			
Kühlschranktemperatur optimieren	6% Einsparung pro erhöhtes Grad Celsius; Kühlschrank wird 3 Grad unter empfohlener Temperatur betrieben	266	215
		74	60
		139	112
Quelle	http://www.verbraucherzentrale.nrw/mediabig/218084A.pdf		
Energiesparprogramm nutzen	280 Spülgänge im Jahr; Exemplarischer Geschirrspüler: Electrolux ESI 67010 X	372,4	316,4
		104	89
		194	165
Quelle	Stiftung Warentest: Test 8/2012		
Wasserkocher nutzen	2 Liter zu erhitzendes Wasser pro Tag; Anschaffungskosten: 25€	124,1	76,7
		35	21
		65	40
Quelle	Stiftung Warentest: Test 8/2012		
Alten Kühlschrank ersetzen	Altes Gerät: Siemens KL26M74; Neues Gerät: Siemens KG36EAW40; Anschaffungskosten: 696€	366	150
		102	42
		191	78
Quelle	http://www.ecotopten.de/prod_kuehlen_prod.php , Jahr 2014		

Energiesparen in privaten Haushalten

Tipp	Annahme	Vor Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr	Nach Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr
Wohnen			
Steckdosen- leiste ver- wenden	20 Stunden Standby-Nutzung am Tag für TV, Receiver und DVD-Recorder; Anschaf- fungskosten: 6,50€	139	0
		39	0
		72	0
Quelle	http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Stromnutzung/Doku-mente/BR_Unterhaltungselektronik.pdf		
Standby der Stereanlage ausschalten	20 Stunden am Tag Standby-Nutzung der Stereanlage; Anschaffungskosten für Steckdosenleiste: 6,50€	95	0
		27	0
		50	0
Quelle	http://apps.eon.com/documents/EVD_EnergieSpar_Tipps_0409_ger.pdf		
Effizient Fernsehen	4 Stunden Fernsehdauer, ineffizienter LCD 150 W und effizienter LCD 66 W	219	96,4
		61	27
		114	50
Quelle	Stiftung Warentest: Test 2/2014; http://www.ecotopten.de/prod_fernsehen_prod.php#Kategorie%206		
Effizienten Deckenfluter besorgen	Nutzungsdauer: 3 Stunden pro Tag; Leis- tung altes Gerät: 1000h bei 300 Watt, Neu- gerät: 1000 h bei 17 Watt; Anschaffungskos- ten: 90€	328,5	18,6
		92	5
		171	10
Quelle	http://www.verbraucherzentrale.nrw/mediabig/218084A.pdf		
Technik & Freizeit			
Master- Slave-Steck- dosen-leiste verwenden	Bildschirm für 1 Stunde im Standby, Laut- sprecher und Drucker für 20 Stunden im Standby	89	0
		25	0
		46	0
Quelle	Stiftung Warentest: test 20/2008, 02/2011, test 04/2009, 01/2007		

Tipp	Annahme	Vor Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr	Nach Befolgung des Tipps in kWh / € / kg CO ₂ pro Jahr
Zweitgerät ausschalten	Alte Kühl-Gefrierkombination: Siemens KL26M74; Gerät wird komplett ausgeschaltet	366	0
		102	0
		191	0
Quelle	http://www.ecotopten.de/prod_kuehlen_prod.php , Jahr 2014		
Zeitschaltuhr für WLAN-Router	Nutzungsdauer: 12 Stunden pro Tag; Komplette Abschaltung in der restlichen Zeit. Anschaffungskosten: 8,50€	105,1	52,6
		29	15
		55	27
Quelle	http://www.verbraucherzentrale.nrw/mediabig/218084A.pdf		
Laptop anstelle von Desktop-PC	Nutzungsdauer: 4 Stunden pro Tag + eine Stunde Standby.	121	34
		34	10
		63	18
Quelle	http://www.ecotopten.de/prod_computer_prod.php		

A.3 Statistische Grundlagen

Der empirischen Strategie liegt ein Modell zur Analyse kausaler Effekte, das Rubin Causal Model (Holland 1986), zugrunde. Zentraler Bestandteil ist die Unterscheidung einer beobachtbaren Ergebnisvariablen in zwei *potenziellen* Ergebnisvariablen, die abbilden, wie sich die Ergebnisvariable sowohl unter einer Intervention, wie auch ohne Intervention verhalten hätte. Im vorliegenden Fall bezeichne $T_i = 1$, dass Haushalt i den Energiesparbrief erhalten hat, während bei Nichterhalt T_i den Wert 0 annimmt. Die potenzielle Ergebnisvariable Y_{1i} kennzeichnet den Stromverbrauch, den Haushalt i bei Erhalt eines Energiesparbriefs hätte, während Y_{0i} die potenzielle Ergebnisvariable kennzeichnet, die realisiert würde, wenn er oder sie keinen Brief erhält.

Der kausale Effekt des Briefempfangs für Haushalt i ist definiert als $\Delta_i = Y_{1i} - Y_{0i}$. Das Grundproblem kausaler Analysen besteht nun darin, dass diese Größe nicht beobachtbar ist, da nur eine der beiden potenziellen Ergebnisvariablen realisiert wird, niemals jedoch beide gleichzeitig.

Wenn das Interesse nicht auf individuellen kausalen Effekten, sondern durchschnittlichen kausalen Effekten liegt, können diese geschätzt werden, wenn die Gruppenzuteilung beispielsweise zufällig erfolgt (wie bei dieser Studie). In diesem Fall gilt:

$$\begin{aligned} E[\Delta_i] &= E[Y_{1i}] - E[Y_{0i}] = E[Y_{1i}|T_i = 1] - E[Y_{0i}|T_i = 0] \\ &= E[Y_i|T_i = 1] - E[Y_i|T_i = 0], \end{aligned} \quad (2)$$

da die Zufallsvariable T_i durch die Randomisierung unabhängig von beiden potenziellen Ereignisvariablen ist. Somit kann bei einer zufälligen Zuteilung in Experimentalgruppen der durchschnittliche Treatmenteffekt durch einen Vergleich der Mittelwerte der beobachtbaren Ergebnisvariablen Y_i in der Gruppe mit Intervention ($E[Y_i|T_i = 1]$) und ohne Intervention ($E[Y_i|T_i = 0]$) ermittelt werden.

A.4 Poweranalyse

Ausgangspunkt der Poweranalyse ist die statistische Testtheorie (Neyman & Pearson 1933), nach der zu testende Hypothesen in Form einer abzulehnenden Nullhypothese aufgestellt werden. Im vorliegenden Fall der Versendung von Energiesparbriefen besteht die Nullhypothese darin, die Briefe hätten keinen Effekt (H_0 : durchschnittlicher Treatment-Effekt = 0), und soll durch die Ablehnung einer Alternativhypothese, die Briefe hätten einen Effekt (H_1 : durchschnittlicher Treatment-Effekt $\neq 0$), bestätigt werden.

Als Kriterium der Ablehnung der Nullhypothese werden kritische Werte festgelegt, die eine Teststatistik (im vorliegenden Fall die durchschnittliche Differenz zwischen den Verbräuchen der Treatment- und Kontrollgruppe, dividiert durch deren Standardabweichung) überschreiten muss. Diese kritischen Werte werden so bestimmt, dass die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers der 1. Art - d.h. einer Ablehnung der Nullhypothese, obwohl sie wahr ist - α beträgt. Eine Überschreitung der kritischen Werte zeigt das Vorliegen von Effekten an und man spricht dann von statistischer Signifikanz eines Effekts zu dem Niveau α .

Tabelle 12: Übersicht über Fehlerarten statistischer Tests

	H_0 ist wahr	H_0 ist nicht wahr
Nicht-Ablehnen der Nullhypothese	kein Fehler $1-\alpha$	Fehler 2. Art β
Ablehnen der Nullhypothese	Fehler 1. Art α	kein Fehler $1-\beta$

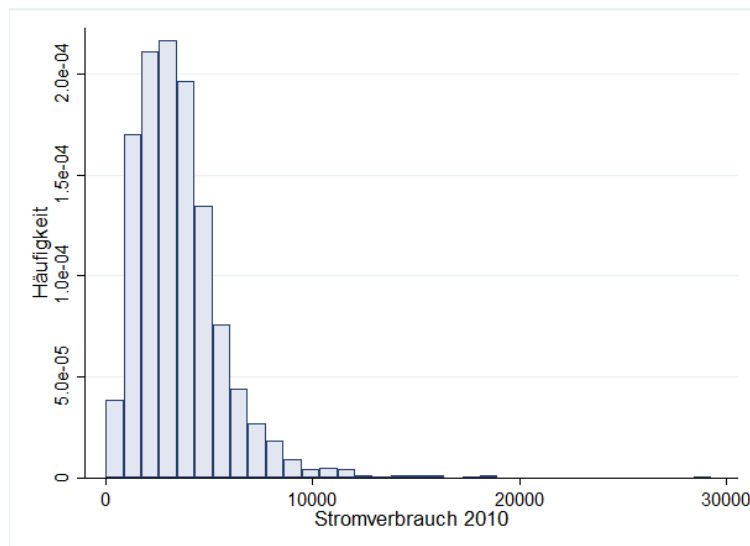
Wenn die Nullhypothese nicht abgelehnt werden kann, ist eine Aussage zu dem Vorliegen von Effekten typischerweise nicht möglich. Dies liegt daran, dass statistische Testverfahren nur die Wahrscheinlichkeit des Fehler 1. Art auf α festsetzen, nicht aber die Wahrscheinlichkeit des Fehlers der 2. Art (β), d.h. einer zu Unrecht nicht verworfenen Nullhypothese. Somit können keine Aussagen dazu getroffen werden, ob die Nullhypothese wahr ist und daher nicht abgelehnt wurde, oder ob sie unwahr ist und fälschlicherweise nicht abgelehnt wurde (Fehler 2. Art). Ein Fehler 2. Art wird insbesondere durch geringe Stichprobengrößen begünstigt, die zu einer geringen Präzision der Schätzung führen. Die Gegenwahrscheinlichkeit zu der Wahrscheinlichkeit des Fehlers 2. Art, $1-\beta$, wird auch als Power eines Tests bezeichnet und gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der eine Nicht-Ablehnung der Nullhypothese zu Recht geschieht (**Tabelle 12** gibt eine Übersicht über mögliche Fehlerarten, die bei statistischen Tests auftreten können).

Die Berechnung der Power basiert auf Informationen zum Mittelwert und der Standardabweichung der zu analysierenden Daten. Da diese Daten vor der Durchführung des Experiments nicht zur Verfügung stehen, nutzen wir dazu Daten zu repräsentativen Stromverbräuchen deutscher Haushalte in den Jahren 2009 und 2010 aus dem Projekt „Energieverbrauch der Privaten Haushalte in Deutschland“, das von RWI und forsa im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durchgeführt wurde.

Abbildung 6 zeigt das Histogramm der Stromverbräuche aus dem Jahr 2010. Es wird deutlich, dass die Stromverbräuche eine rechtsschiefe Verteilung haben, d.h., dass sich geringe Verbräuche häufen, während sehr hohe Verbräuche nur gelegentlich vorkommen. Im Ergebnis resultiert eine sehr heterogene Stichprobe in Bezug auf die Stromverbräuche, mit entsprechend hoher Streuung. Eine

hohe Streuung der Ergebnisvariablen ist eine Herausforderung bei der Durchführung von Experimenten, da sie Schätzgenauigkeiten verringert und die Power eines Tests entsprechend reduziert.

Abbildung 6: Verteilung des absoluten Stromverbrauchs



Reduziert werden kann die Streuung dadurch, dass nicht die absoluten Stromverbräuche betrachtet werden, sondern die Veränderungen im Stromverbrauch, beispielsweise zwischen den Jahren 2009 und 2010. Durch die Analyse der zeitlichen Veränderung des Stromverbrauchs reduziert sich die Heterogenität des Samples beträchtlich, da alle zeitkonstanten Unterschiede zwischen den Teilnehmern eliminiert werden.

Abbildung 7: Verteilung der Stromverbrauchsdifferenzen

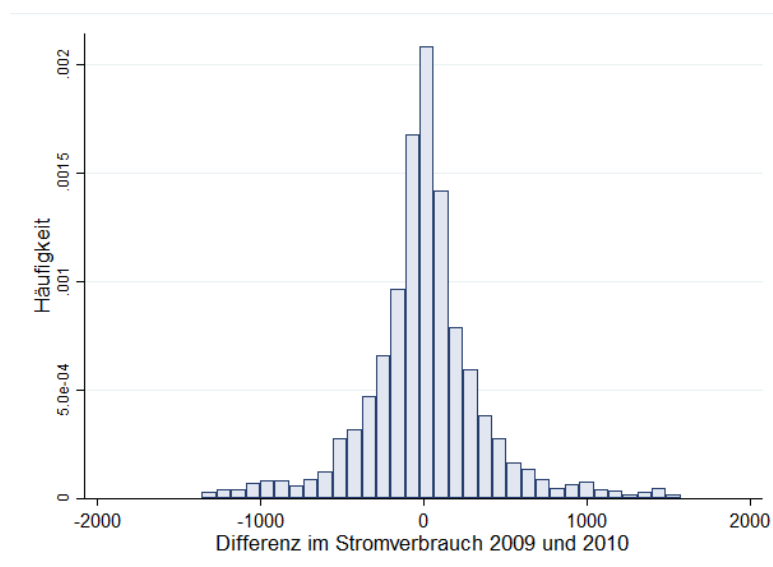


Abbildung 7 verdeutlicht, dass die Veränderungen der Stromverbräuche zwischen 2009 und 2010 deutlich homogener sind als die absoluten Verbrauchswerte. Die meisten Verbraucher haben nur kleine Änderungen zu verzeichnen, größere Änderungen von mehr als 1.000 kWh im Jahr sind die

Ausnahme. So beträgt die mittlere Differenz im Stromverbrauch zwischen 2009 und 2010 11,9 kWh. Darüber hinaus ist die Standardabweichung wesentlich geringer als bei Betrachtung der absoluten Stromverbräuche (821,9 kWh vs. 2.172,3 kWh). Für die Poweranalyse bedeutet dies, dass durch die Betrachtung der Differenzen bereits wesentlich kleinere Stichproben ausreichen, um valide Ergebnisse zu erhalten.

Tabelle 13 präsentiert die Ergebnisse der Powerberechnung nach Versorger. Als Vergleichsmaßstab zeigt die erste Spalte für einen Treatmentgruppen-Anteil von rund einem Drittel (wie bei EON), dass bei der Verwendung von absoluten Stromverbräuchen als Ergebnisvariable die minimale Stichprobengröße rund 130.000 Kunden beträgt. Durch die Analyse von Stromverbrauchsänderungen reduziert sich die benötigte Stichprobengröße beträchtlich auf rund 18.600, darunter ca. 6.200 Briefversendungen, was durch die geringere Standardabweichung bedingt ist. Bei einer Aufteilung zwischen Treatment- und Kontrollgruppe von rund 50:50 (wie bei SWK und WEMAG) liegt die minimale gesamte Stichprobengröße bei rund 16.500 Kunden, wovon die Hälfte auch Briefe erhalten.

Tabelle 13: Annahmen und Ergebnisse der Ex-Ante Powerberechnungen

	Absolute Stromverbräuche	Stromverbrauchsänderung 2010-2009	Stromverbrauchsänderung im 98%-sample		
Benötigte Inputs für die Powerberechnungen					
Mittelwert	3580 kWh	11,9 kWh	10,5 kWh		
Standardabweichung	2170 kWh	822 kWh	450 kWh		
Ergebnisse der Powerberechnungen (Signifikanzniveau α : 5%, Powerniveau β : 80%)					
	EON	EON	SWK/WEMAG	EON	SWK/WEMAG
Anteil der Treatmentgruppe	33%	33%	50%	33%	50%
Minimale Größe der Treatmentgruppe	43.208	6.200	8.267	1.858	2.477
Minimale Größe der Kontrollgruppe	86.415	12.400	8.267	3.716	2.477
Minimale Größe des gesamten Samples	129.623	18.600	16.533	5.574	4.954

Die letzten beiden Spalten zeigen darüber hinaus, dass eine Bereinigung um Ausreißer die Standardabweichung weiter senken und dadurch zu geringeren notwendigen Stichprobenumfängen führen kann. Als Ausreißer definieren wir diejenigen Kunden, deren Stromverbrauchsänderung oberhalb des 99%-Perzentils oder unterhalb des 1%-Perzentils liegt. Eine Powerberechnung für das verbleibende 98%-Sample zeigt, dass die mindestens notwendige Stichprobe sich dadurch reduziert auf rund 5.600 Kunden (davon ca. 1.900 Briefempfänger) bei einer Aufteilung zwischen Treatment-

und Kontrollgruppe wie bei EON und auf rund 5.000 Kunden (davon ca. 2.500 Briefempfänger) bei einer Aufteilung wie bei SWK und WEMAG.

A.5 Datenaufbereitung

Einige der Kunden weisen Zähler mit mehreren Zählwerken (Doppeltarifzähler) auf. Für diese Kunden werden die Verbräuche über alle Zähler aufsummiert. Beispiele hierfür sind insbesondere Kunden mit Doppeltarifzählern, die bei der getrennten Messung von Hoch- und Niedrigtarifstrom von Nachtspeicherheizungen verwendet werden. Typischerweise werden alle Zählerstände an einem Doppelzähler gleichzeitig abgelesen. Es gibt nur sehr wenige Fälle, bei denen das nicht der Fall ist. Diese Beobachtungen schließen wir von weiteren Auswertungen aus (183 Fälle).

Die Verbräuche auf Zählerebene teilen wir in eine Baseline-Phase und eine Treatment-Phase ein. Als Baseline-Phase werden alle Verbräuche gezählt, deren Ablesung des Baseline-Verbrauchs vor dem Versand des ersten Briefs liegt, während als Treatment-Phase alle anderen Rechnungsperioden gelten. Durch die Verzahnung der Briefversendungen mit dem Ende von Abrechnungsperioden ist die Aufteilung in eine Baseline-Phase und eine Treatment-Phase in den allermeisten Fällen problemlos möglich. Allerdings fehlen in 2.690 Fällen entweder Verbrauchsmessungen für die Baseline- oder die Treatment-Phase, was beispielsweise durch Kündigungen des Stromlieferungsvertrags geschehen kann. Da in diesen Fällen keine Stromverbrauchsdivergenz vorliegt, werden sie in den Analysen nicht berücksichtigt.

Haushalte, deren Stromverbrauch in der Treatment-Periode über Schätzverfahren bestimmt wird, können wir nicht für die Auswertungen nutzen, da Schätzungen den Effekt von Einsparungen aufgrund von Briefen nicht abbilden können. Dadurch müssen 9.221 Haushalte ausgeschlossen werden. Darüber hinaus überprüfen wir die Plausibilität der Stromverbräuche und schließen weitere 16 Haushalte aus, wenn die Anrede auf eine Firma schließen lässt. Um die Analyse auf typische Haushaltskunden zu fokussieren, berücksichtigen wir keine Kunden mit extrem niedrigen (<500 kWh) oder extrem hohen Jahresverbräuchen (>20.000 kWh) in der Basisperiode 2014 (646 Fälle).

Außerdem liegt in 31 Fällen eine Abweichung der Rechnungsadresse von der Adresse des Zählers vor, was beispielsweise bei Ferienwohnungen der Fall sein kann, sodass wir diese Beobachtungen nicht in die Analysen aufnehmen.

A.6 Robustheitschecks

Dieser Abschnitt zeigt die durchschnittlichen Treatmenteffekte des Hauptteils bei der Verwendung der Stichprobe ohne Ausreißerbereinigung. Allgemein zeigt sich, dass sich die Höhe der Schätzer nicht wesentlich verändert, sodass sich die Ergebnisse als robust erweisen. Allerdings sind die Standardfehler beträchtlich höher, was höhere Schätzungenauigkeiten widerspiegelt, die durch die Abwesenheit einer Ausreißerbereinigung entstehen.

Tabelle 14 verdeutlicht, dass die durchschnittlichen Treatmenteffekte bei EON weiterhin nahe bei 0 und bei WEMAG knapp über -1.1% liegen. Durch die höheren Standardfehler sind die geschätzten Effekte allerdings nicht mehr statistisch signifikant von 0 verschieden.

Tabelle 14: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG (100%-Stichprobe)

Versorger	Änderung Treatment-gruppe	Änderung Kontroll-gruppe	ATE	Standard-fehler	95%-Konfiden-zintervall
EON	-3,06%	-3,04%	-0,02%	0,17%	[-0,35%; 0,31%]
WEMAG	-3,32%	-2,17%	-1,15%	0,72%	[-2,56%; 0,26%]
EON u. WEMAG (gemeinsame Schätzung)			-0,11%	0,16%	[-0,43%; 0,21%]

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau. Stichproben-größen: 107.352 (EON); 8.085 (WEMAG).

Tabelle 15 zeigt die Analyse der Framingeffekte bei Verwendung der 100%-Stichprobe. Die durchschnittlichen Treatmenteffekte bleiben hierbei nahezu unverändert zu den im Haupttext genannten Effekten. Allerdings liegt ohne Ausreißerbehandlung der Punktschätzer des ökonomischen Framings niedriger als der des ökologischen Framings. Es bleibt jedoch dabei, dass wir keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Framings finden.

Tabelle 15: Average Treatment Effect (ATE) bei EON und WEMAG, nach Framing (100%-Stichprobe)

Versorger	Framing	ATE	Standard-fehler	95%-Konfiden-zintervall	Stichpro-bengröße
EON	Ökonomisch	-0,14%	0,25%	[-0,64%; 0,3%]	83.355
	Ökologisch	0,15%	0,26%	[-0,36%; 0,65%]	83.266
	Kombiniert	-0,06%	0,26%	[-0,56%; 0,44%]	83.305
WEMAG	Ökonomisch	-1,25%	0,90%	[-3,02%; 0,52%]	6.214
	Ökologisch	-1,06%	0,89%	[-2,80%; 0,68%]	6.236

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau.

Tabelle 16: Average Treatment Effect (ATE) bei WEMAG, nach Tarifen (100%-Stichprobe)

	ATE	Standard-fehler	95%-Konfidenzin-tervall	Stichproben-größe
Ökostromtarif	-0,23	0,87	[-1,94%; 1,49%]	3.697
Heizstromtarif	-6,13***	2,56	[-11,15%; -1,11%]	468
Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife)	-1,47	1,19	[-3,80%; 0,86%]	3.920
Beobachtungen	8.085			

***, **, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau.

Tabelle 16 und **Tabelle 17** zeigen die durchschnittlichen Treatmenteffekte für Kunden der unterschiedlichen Tarife ohne Ausreißerbereinigung. Die Höhe der durchschnittlichen Treatmenteffekte ändert sich auch hier nur geringfügig, verglichen zu den Ergebnissen im Haupttext. Einzig der durchschnittliche Treatmenteffekt der Heizstromtarife bei WEMAG ist hier etwas größer und beträgt rund -6%. Insgesamt steigen auch hier die Standardfehler durch die Berücksichtigung der Ausreißer.

Tabelle 17: Average Treatment Effect (ATE) bei EON, nach Tarifen (100%-Stichprobe)

	ATE	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall	Stichprobengröße
Ökostromtarif	0,65	1,43	[-2,15%; 3,45%]	1.847
Heizstromtarif	0,52	0,76	[-0,96%; 2,01%]	5.653
Grundversorgung (inkl. sonstiger Tarife)	-0,065	0,17	[-0,40%; 0,27%]	99.852
Beobachtungen	107.352			

Tabelle 18 verdeutlicht, dass bei Verwendung der 100%-Stichprobe die durchschnittlichen Treatmenteffekte der Briefe mit sozialem Vergleich bei SWK etwas höher als im Haupttext liegen und -0.87% betragen. Dadurch ist dieser Effekt auch trotz eines höheren Standardfehlers zum 10%-Signifikanzniveau statistisch von 0 verschieden.

Tabelle 18: Average Treatment Effect (ATE) bei SWK (100%-Stichprobe)

Versorger	Änderung Treatmentgruppe	Änderung Kontrollgruppe	Treatmenteffekt (durchschnittlich)	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall
SWK	-3,39%	-2,52%	-0,87%*	0,47%	[-1,80%; 0,06%]

***,**, * beschreiben die statistische Signifikanz zum 1 %, 5 % bzw. 10 % Niveau. Stichprobengröße: 11.620 (SWK).

Literaturverzeichnis

- acatech/Leopoldina/Akademienunion (2017, Hrsg.): Verbraucherpolitik für die Energiewende (Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung), 2017 (i.E.).
- Allcott, H. (2011), Social Norms and Energy Conservation. *Journal of Public Economics* 95: 1082-1095.
- Allcott, H. und S. Mullainathan (2010), Behavior and Energy Policy. *Science* 327: 1204-1205.
- Allcott, H. und T. Rogers (2014), The Short-Run and Long-Run Effects of Behavioral Interventions. *American Economic Review* 104(10): 3003-3037.
- Anderson, S. T. und R. G. Newell (2004), Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits. *Resource and Energy Economics* 26(1): 27-50. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2003.07.001
- Andor, M. A. und K. Fels (2017), Energiesparen durch verhaltensökonomisch motivierte Maßnahmen? Ein systematischer Literaturüberblick (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft), Material zur Stellungnahme „Verbraucherpolitik für die Energiewende“, München (i. E.)
- Andor, M. A., A. Gerster und S. Sommer (2016), Consumer Inattention, Heuristic Thinking and the Role of Energy Labels. *SFB 823 Discussion Paper* #61.
- Angrist, J. D. und J.-S. Pischke (2009), Mostly Harmless Econometrics: An empiricists' companion. Princeton University Press.
- Ayres, I., S. Raseman und A. Shih (2012), Evidence from Two Large Field Experiments that Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage. *The Journal of Law, Economics, & Organization* 0: 1-31.
- Bauer, T. K., M. Fertig und C. M. Schmidt (2009), Empirische Wirtschaftsforschung, Berlin/Heidelberg, Springer Verlag.
- BDEW (2013) Energie-Info - Entwicklung der Energieversorgung 2012. Berlin. 21. März 2013. URL: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/7AACA6D65A6442A7C1257B3500510242/\\$file/353_Energie-Info_Entwicklung_der_Energieversorgung_2012.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/7AACA6D65A6442A7C1257B3500510242/$file/353_Energie-Info_Entwicklung_der_Energieversorgung_2012.pdf) (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)
- Berkhout, P. H., Ferrer-i-Carbonell, A., und Muskens, J. C. (2004), The ex post impact of an energy tax on household energy demand. *Energy Economics* 26(3): 297-317.
- Bertrand, M., D. Karlan, S. Mullainathan, E. Shafir und J. Zinman (2010), What's Advertising Content Worth? Evidence from a Consumer Credit Marketing Field Experiment. *Quarterly Journal of Economics* 125(1): 263-306.
- Beshears, J., J. Choi, D. Laibson, B. Madrian und K. Milkman (2011), The Effect of Providing Peer Information on Retirement Savings Decisions. *NBER Working Paper* No. 17345.
- Boockmann, B., C. M. Buch und M. Schnitzer (2014), Evidenzbasierte Wirtschaftspolitik in Deutschland: Defizite und Potentiale. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 15 (4): 307-323.
- Boomhower, J. und L.W.Davis (2014), A credible approach for measuring inframarginal participation in energy efficiency programs. *Journal of Public Economics* 113 (C): 67-79.
- Boonekamp, Piet G. M. (2007), Price elasticities, policy measures and actual developments in household energy consumption - A bottom up analysis for the Netherlands. *Energy Economics* 29(2): 133-157. DOI: 10.1016/j.eneco.2005.09.010

Bruttel, Lisa V., F. Stolley, W. Güth, H. Kliemt, S. Bosworth, S. Bartke, J. Schnellenbach, J. Weimann, M. Haupt und L. Funk (2014), Nudging als politisches Instrument. Gute Absicht oder staatlicher Übergriff?. *Wirtschaftsdienst* 94(11): 767-791.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2016), Pilotprogramm Einsparzähler. Bochum. URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/pilotprogramm_einsparzaehler/ (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014), Mehr aus Energie machen – Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. Berlin. URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieeffizienz/energieberatung-und-foerderung.html> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016a), Klimaschutz. Berlin. URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industrie-und-Umwelt/klimaschutz,did=338370.html> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016b), „Efficiency First“ – Energieeffizienz als zentrale Säule der Energiewende. Berlin. URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hintergrundpapier-energieeffizienz,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016c), Pressemitteilung: Gabriel startet Offensive zur Steigerung der Energieeffizienz: "Energieeffizienz ist eine Gemeinschaftsaufgabe". Berlin. URL: <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=766478.html> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2015), Monitoringbericht 2015. URL: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/Monitoringbericht_2015_BA.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Bundesregierung (2010), Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin. URL: http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Chen, Y., Harper, F. M., Konstan, J., und Li S. Xin (2010), Social Comparisons and Contributions to Online Communities: A Field Experiment on MovieLens. *American Economic Review* 100(4): 1358-1398.

Costa, D. L. und M. E. Kahn (2013), Energy Conservation ‘Nudges’ and Environmentalist Ideology: Evidence from a Randomized Residential Electricity Field Experiment. *Journal of the European Economic Association* 11(3): 680-702.

Croson, R. und J. Shang (2008), The impact of downward social information on contribution decisions. *Experimental Economics* 11 (3): 221-233.

Delmas, M. A., M. Fischlein und O.I. Asensio (2013), Information strategies and energy conservation behavior: A meta-analysis of experimental studies from 1975 to 2012. *Energy Policy* 61: 729-739.

Destatis (2016). Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Material- & Energieflüsse – Energieverbrauch - Stromverbrauch der privaten Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen. URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/MaterialEnergiefluesse/Tabellen/StromverbrauchHaushalte.html> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Duflo, E. und E. Saez (2003), The Role of Information and Social Interactions in Retirement Plan Decisions: Evidence from a Randomized Experiment. *Quarterly Journal of Economics* 118 (3): 815-842.

Duflo, E., R. Glennerster und M. Kremer (2008), Using randomization in development economics research: a toolkit, in (P. Schultz and J. Strauss, eds.), *Handbook of Development Economics*, pp. 3895-962, Amsterdam: North Holland.

EEX (2016), Marktdaten. URL: <https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/futures/phelix-futures#!> (Zuletzt aufgerufen am: 01.02.2017)

EU – Europäische Union (2007), Europäischer Rat vom 8./9.3.2007, Schlussfolgerungen des Vorsitzes vom 2.5.2007, Dok.-Nr. 7224/1/07 REV 1.

EU – Europäische Union (2013), Energy Efficiency. URL: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/index_en.htm (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

EU – Europäische Union (2014), Europäischer Rat von 23./24. Oktober 2016, Schlussfolgerungen zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030. URL: <http://www.consilium.europa.eu/de/meetings/european-council/2014/10/23-24/> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

FAZ (2014), „Kanzlerin sucht Verhaltensforscher.“ URL: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kanzlerin-angela-merkel-sucht-verhaltensforscher-13118345.html> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Ferraro, P. J. und M. K. Price (2013), Using Nonpecuniary Strategies to Influence Behavior: Evidence from a Large-Scale Field Experiment. *The Review of Economics and Statistics* 95(1): 64-73.

Frey, B. und S. Meier (2004), Social Comparisons and Pro-Social Behavior: Testing ‘Conditional Cooperation’ in a Field Experiment. *American Economic Review* 94 (5): 1717-1722.

Frondel, M. und C. Vance (2013), Heterogeneity in the Effect of Home Energy Audits: Theory and Evidence. *Environmental and Resource Economics* 55(3): 407-418.

Gerber, A. und T. Rogers (2009), Descriptive Social Norms and Motivation to Vote: Everybody’s Voting and So Should You. *Journal of Politics* 71: 1-14.

Greenstone, M., E. Kopits und A. Wolverton (2013), Developing a Social Cost of Carbon for US Regulatory Analysis: A Methodology and Interpretation. *Review of Environmental Economics and Policy* 7 (1): 23-46.

Hanna, R., S. Mullainathan und J. Schwartzstein (2014). Learning through Noticing: Theory and Evidence from a Field Experiment. *The Quarterly Journal of Economics* 129 (3): 1311-1353.

Heyman, J. und D. Ariely (2007). Effort for Payment: A Tale of Two Markets. Shlomo Maital (Ed.): *Recent Developments in Behavioral Economics: Elgar Reference Collection. International Library of Critical Writings in Economics*, vol. 204. Cheltenham, U.K. and Northampton, Mass.: Elgar, S. 275-281.

Holland, P. W. (1986), Statistics and Causal Inference. *Journal of the American Statistical Association*, 81(396): 945-960.

IEA – International Energy Agency (2016) Energy Efficiency. Policy and Measures Database. URL: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/energyefficiency/> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Imbens, G. W. und J. M. Wooldridge (2009), Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature* 47 (1): 5-86.

Ito, K. (2015), Asymmetric Incentives in Subsidies: Evidence from a Large-Scale Electricity Rebate Program. *American Economic Journal: Economic Policy* 7(3): 209-37. DOI: 10.1257/pol.20130397

IPCC – International Panel on Climate Change (2007), Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jessoe, K. und D. Rapson (2014), Knowledge Is (Less) Power: Experimental Evidence from Residential Energy Use. *American Economic Review* 104(4): 1417-38. DOI: 10.1257/aer.104.4.1417

Joskow, P. L. und B. D. Marron (1992), What Does a Negawatt Really Cost? Evidence from Utility Conservation Programs. *Energy Journal* 13 (4): 41-74.

Kugler, F., G. Schwerdt und L. Wößmann (2014), Ökonometrische Methoden zur Evaluierung kausaler Effekte der Wirtschaftspolitik. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 15 (2): 105-132.

Levine, M. D., J. G. Koomey, J. E. McMahon, A.H. Sanstad und E. Hirst (1995), Energy Efficiency Policy and Market Failures. *Annual Review of Energy and the Environment* 20: 535-555.

Maniadis, Z., F. Tufano und J. A. List (2014), One Swallow Doesn't Make a Summer: New Evidence on Anchoring Effects. *American Economic Review* 104 (1): 277-90. DOI: 10.1257/aer.104.1.277

Martin, R. und J. Randal (2008), How is donation Behavior Affected by the Donations of Others? *Journal of Economic Behavior & Organization* 67 (1): 228-238.

McKinsey (2007). Costs and Potentials of Greenhouse Gas Abatement in Germany. URL: <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability%20and%20Resource%20Productivity/Our%20Insights/Costs%20and%20potentials%20of%20greenhouse%20gas%20abatement%20in%20Germany/Costs%20and%20potentials%20of%20greenhouse%20gas%20abatement%20in%20Germany.ashx> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

microm Micromarketing-Systeme und Consult GmbH (2015a): Sozioökonomische Daten auf Rasterebene – Einwohner nach Geschlecht und Alter. Version: 1. RWI – Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.. Datensatz. DOI: 10.7807/microm:einwGeAl:V3

microm Micromarketing-Systeme und Consult GmbH (2015b): Sozioökonomische Daten auf Rasterebene – Arbeitslosenquote. Version: 1. RWI – Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.. Datensatz. DOI: 10.7807/microm:alq:V3

microm Micromarketing-Systeme und Consult GmbH (2015c): Sozioökonomische Daten auf Rasterebene – Kaufkraft. Version: 1. RWI – Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.. Datensatz. DOI: 10.7807/microm:kaufkraft:V3

New York Times (2013), "Britain's Ministry of Nudges." URL: <http://www.nytimes.com/2013/12/08/business/international/britains-ministry-of-nudges.html?pagewanted=all&r=1&> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Neyman J. und E. S. Pearson (1933), On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A.* 231: 289-337. doi: 10.1098/rsta.1933.0009.

Obama, Barack (2016), A Historic Commitment to Protecting the Environment and Reversing Climate Change. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/achievements/atf_climate_booklet.pdf (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Regionaldatenbank (2013). Bundestagswahl: Wahlberechtigte und -beteiligung, Gültige Zweitstimmen nach Parteien - regionale Ebenen. Verfügbarer Zeitraum: 27.09.2009-22.09.2013. Tabelle: 252-01-5-B. URL: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data;jsessionid=8F300EC46B62D1F0721C5F282FC6777B?operation=abrufabelleAbrufen&selectionname=252-01-5-B&levelindex=1&levelid=1477660795497&index=3> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Reiss, P.C. und M.W. White (2008), What Changes Energy Consumption? Prices and Public Pressures. *The RAND Journal of Economics* 39(3): 636-663.

Schmidt, C. M. (2014). Wirkungstreffer erzielen–Die Rolle der evidenzbasierten Politikberatung in einer aufgeklärten Gesellschaft. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 15 (3): 219–233.

Schwermer, S., P. Preiss und W. Müller (2013), Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung. Anhang B der Methodenkonvention 2. URL: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_methodenkonvention_2.0_-_anhang_b_0.pdf (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Shang, J. und R. Croson (2009), A field experiment in charitable contribution: The impact of social information on the voluntary provision of public goods. *The Economic Journal* 119(540): 1422-1439.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011), Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Berlin.

Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Thaler, R. H. und S. Benartzi (2004), Save more tomorrow™: Using behavioral economics to increase employee saving. *Journal of Political Economy* 112(S1): 164-187.

Thaler, R. H. und C. R. Sunstein (2008), *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness*. Yale University Press.

The Guardian (2013), “The nudge unit – has it worked so far?” URL: <http://www.theguardian.com/politics/2013/may/02/nudge-unit-has-it-worked> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

UN – Vereinte Nationen (2016), Sustainable Development Goals. Take urgent action to combat climate change and its impacts. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change-2/> (Zuletzt aufgerufen: 17.11.2016)

Richtlinien und Gesetze

EG – Europäische Gemeinschaften (2006): Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/ EWG des Rates.

EG – Europäische Gemeinschaften (2009): Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge.

EG – Europäische Gemeinschaften (2009): Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte.

EU – Europäische Union (2010): Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen.

EU – Europäische Union (2010): Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

EU – Europäische Union (2012): Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Effizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG

Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz - EVPG) vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), zuletzt geändert durch Art. 6 G v. 31.5.2013 I 1388.

Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) vom 4. November 2010 (BGBl. I S. 1483).

Gesetz zur Kennzeichnung von energieverbrauchsrelevanten Produkten, Kraftfahrzeugen und Reifen mit Angaben über den Verbrauch an Energie und an anderen wichtigen Ressourcen (Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz - EnVKG) vom 10. Mai 2012 (BGBl. I S. 1070).

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 5.12.2012 I 2449.



Das RWI wird vom Bund und vom Land
Nordrhein-Westfalen gefördert.

