



OSTBAYERISCHE
TECHNISCHE HOCHSCHULE
REGENSBURG

IST

INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG
UND TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG

EVEKT - Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste

3. Arbeitspapier: Die Gefahr des Rebound-Effektes. Rückkopplungseffekte als Hindernis bei der Smart-Meter-Implementation in Privathaushalten.

Autor*innen: Miriam Vetter, Karsten Weber, Sonja Haug und Caroline Dotter

EVEKT - Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste. Teilprojekt Ethische und soziale Aspekte der Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien

Wissenschaftliche Projektleitung: Prof. Dr. Karsten Weber

Herausgeber: Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST), Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Regensburg

April 2023



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Inhalt

Zusammenfassung	2
1. Hinführung	3
2. Definition von Rebound-Effekten	3
3. Rebound-Effekte durch Effizienzsteigerungen in Privathaushalten	5
4. Ausblick	6
Literaturverzeichnis	7

Das vorliegende Arbeitspapier wurde im Rahmen des Projekts EVEKT „Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste“ an der OTH Regensburg am Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung von Miriam Vetter (M.A.), Prof. Dr. Karsten Weber, Prof. Dr. Sonja Haug und Dr. Caroline Dotter erstellt. Das Projekt wird mit Laufzeit Juli 2022 bis Juni 2025 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Die Gesamtprojektleitung liegt bei Prof. Dr.-Ing. Günter Kießling (Technische Hochschule Nürnberg).

Das nachfolgende Arbeitspapier stellt die Teilergebnisse des Arbeitspakets 1.3 (Entwicklung von KI- und Automatisierungsszenarien) des Teilprojektes „ethische und soziale Aspekte der Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologie“ vor. Im ersten Arbeitspapier (Vetter, Haug, Dotter et al., 2023) wurden Haushaltskategorien bezüglich ihres Stromkonsum differenziert. Im zweiten Arbeitspapier (Vetter, Haug, Baumann et al., 2023) wurden die Motivatoren für eine App-Nutzung zur Energieeinsparung identifiziert.

Zusammenfassung

Politische Energieeffizienzprogramme und gesetzliche Vorgaben fordern einen Emissionsrückgang in Deutschland. Dieser soll auch durch die verstärkte Digitalisierung des Energiesektors erreicht werden. Häufig werden bei Einführung effizienzsteigernder technischer Systeme Rebound-Effekte beobachtet, die Energieeinsparungen verringern. Worin Rebound-Effekte bestehen, wie sie entstehen und wie sie mit Entwicklungen der Stromnutzung in Privathaushalten zusammenhängen, wird in diesem Arbeitspapier behandelt.

Schlagwörter: Rebound-Effekt, Spillover-Effekt, technische Innovation, Smart-Meter, Digitalisierung

1. Hinführung

In Deutschland wurden im Jahr 2022 746 Millionen Tonnen Trauhausgasemissionen freigesetzt; im Jahr zuvor wurden 1,9% weniger Emissionen ausgestoßen. Um die Ziele des Bundesklimaschutzgesetzes (KSG) einzuhalten, müssten die Emissionen jedes Jahr um 6 Prozentpunkte gemindert werden (Umweltbundesamt, 2023).

Es besteht die Erwartung, dass Digitalisierung hierbei unterstützen kann, unter anderem durch „smarte“ Dienstleistungen für Haushalte. So postuliert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie bereits 2015: "Durch die Digitalisierung [...] wird die deutsche Wirtschaft nachhaltiger, da sie erheblich zu Ressourcenschonung und Energieeffizienz beiträgt". Die Energiewende erfordert eine zunehmende Digitalisierung der privaten Haushalte, um den Energieverbrauch der Haushalte effizienter zu gestalten (Lange & Santarius, 2018). Eine Möglichkeit der Effizienzsteigerung ist die Anpassung der Nachfrage an das vorhandene Stromangebot.

Ein höherer Digitalisierungsgrad von Haushalten geht jedoch oft mit einem höheren Energieverbrauch einher, was insbesondere am Beispiel der „Smart-Homes“ (als Bezeichnung für den digitalisierten Privathaushalt) in diesem Papier aufgezeigt werden soll. Hierbei stehen folgende Forschungsfragen im Vordergrund:

Wie sind Rebound-Effekte definiert und wie entstehen sie? Welche Auswirkungen lassen sich dabei auf Lebens-, Konsum- sowie Komfortgewohnheiten beobachten? Wie sind diese identifizierten Hemmnisse zu bewerten?

Dieser Bericht entstand im Rahmen der Entwicklung von KI- und Automatisierungsszenarien. Die Szenarien selbst dienen als Grundlage für eine geplante Bevölkerungsumfrage sowie für die Technikfolgenabschätzung der KI-Technologie.

2. Definition von Rebound-Effekten

Innovationen führen häufig zur Verbesserung der Energieeffizienz technischer Systeme – Beispiele hierfür sind Verbrennungsmotoren für Automobile, Gasheizungen mit Brennwertechnologie oder energieeffiziente Leuchtmittel wie LED-Lampen. Der mit solchen Innovationen einhergehende sinkende Energieverbrauch wird oft durch steigenden Verbrauch an anderer Stelle kompensiert, was als „Rebound-Effekt“ (für eine Definition siehe Berkhout et al., 2000) oder auch als Rückkopplungseffekt bekannt ist (Alcott 2005, in: Herring & Roy, 2007): Die erreichten Einsparungen werden wieder aufgehoben, weil die Verbraucher*innen angesichts der energiesparenden Innovationen ihr Verbrauchsverhalten verändern.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts beschäftigen sich Ökonom*innen mit Rebound-Effekten bspw. im Rahmen der Verbraucherforschung. Ursache für Rebound-Effekte sind oft Konsumententscheidungen der Verbraucher*innen infolge der Effizienzsteigerung: Die Entwicklung effizienterer Verbrennungsmotoren führt bspw. zur Anschaffung größerer PKW-Modelle mit mehr PS und/oder einer Zunahme der gefahrenen Kilometer pro Zeiteinheit. Die Entwicklung effizienterer Elektrogeräte wiederum führt dazu, dass mehr Geräte betrieben oder auch Geräte häufiger und in kürzeren Zeiträumen ersetzt werden, um an der neuen Technologie teilzuhaben, obgleich die alten Geräte noch funktionieren. Im Fall der vermehrten Nutzung wird mehr Energie im Betrieb benötigt; im Fall des vorzeitigen Austauschs wird mehr Energie für den Bau und die Entsorgung von Geräten verbraucht.

Die Gefahr des Rebound-Effektes. Rückkopplungseffekte als Hindernis bei der Smart-Meter-Implementation in Privathaushalten.

Man kann zwischen direkten und indirekten Rebound-Effekten unterscheiden: Direkte Rebound-Effekte bedeuten, dass Verbraucher*innen Geräte häufiger verwenden und/oder mehr Geräte nutzen und so Effizienzgewinne kompensiert werden. Indirekte Rebound-Effekte besagen, dass die Kosteneinsparungen für andere Produkte oder Dienstleistungen wie zum Beispiel teurere Fernreisen genutzt werden, die einen erhöhten Energieverbrauch nach sich ziehen (Ghosh & Blackhurst, 2014; Reimers et al., 2021). Tatsächlich könnte man in Bezug auf eine umfassende Behandlung von Rebound-Effekten weitere Unterscheidungen einführen (Lange et al., 2021), doch für die Zwecke des vorliegenden Berichts wird darauf verzichtet.

Mit anderen Worten: Effizienzsteigerungen werden durch Verschiebungen in der Wahrnehmung der Energiesuffizienz auf individueller und Haushaltsebene¹ und daraus folgenden Verhaltensänderungen auf der anderen Seite teilweise oder vollständig kompensiert, oder womöglich sogar übertroffen (Sorrell et al., 2020). Sorrell et al. (2018, S. 28–29) geben Beispiele für Maßnahmen an, die direkte Rebound-Effekte möglicherweise verhindern könnten. Darunter fällt bspw. die Regulierung der Innentemperatur auf 20° für einkommensstarke Haushalte, wie sie jetzt bereits in öffentlichen Gebäuden durch die Energiekrise vollzogen wurde (AFP, dpa, MDR [fef], 2022) Ein weiteres Beispiel wäre, sich aus einer ökologischen Motivation heraus trotz des Kaufs eines sparsameren Fahrzeugs bewusst dafür zu entscheiden, nicht weiter als bisher damit zu fahren.

Indirekte Rebound-Effekte² (und Spillover-Effekte³) können durch diese Maßnahmen womöglich nur wenig oder gar nicht adressiert werden. Außerdem zöge die Nutzung, der von den Autor*innen vorgeschlagenen Maßnahmen, tiefe Eingriffe in die Privatsphäre und Autonomie der betroffenen Personen und Haushalte mit sich. Es erscheint eher zweifelhaft, ob diese in freiheitlichen Gesellschaften durchsetzbar wären. Es wäre zu erwarten, dass die Betroffenen zudem sehr schnell Umgehungsstrategien entwickeln würden.

Das gilt auch für Überlegungen, den Energieverbrauch im Haushalt stärker an das vorhandene Stromangebot anzupassen bzw. den Energieverbrauch der Privathaushalte netzdienlich zu gestalten. Dies würde für die Verbraucher*innen bedeuten, dass sie ihren Tagesablauf (bzgl. der Nutzung von Spül- und Waschmaschinen, Laden des eigenen Elektroautos etc.) an Faktoren orientieren müssen, die nicht in ihrer eigenen Verfügungsgewalt liegen. Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass für Familien mit Kindern oder auch Haushalten in Mehrfamilienhäusern die Verhaltenselastizität durch familiäre Bedürfnisse, Regelungen zu Ruhezeiten u. ä. deutlich begrenzt sein könnte. Die in EVEKT geplante Umfrage wird solche Aspekte gezielt abfragen.

Gleichzeitig bemerkt Herring (2009), dass die Konzeption der (Energie-)Konsument*innen als rationale Akteur*innen, die mit ökonomischen Überlegungen und Argumenten vom Energiesparen durch Konsumbegrenzung überzeugt werden könnten, zu kurz greift: Menschen entscheiden nicht immer nach monetären Gesichtspunkten rational, sondern Entscheidungen werden unter dem Einfluss von Emotionen oder Fehlwahrnehmungen getroffen, oder diese werden durch sozialer Normen beeinflusst (siehe dazu Vetter, Haug, Baumann et al., 2023).

¹ Obwohl nicht Gegenstand des Projektes EVEKT, muss betont werden, dass ähnliche Effekte auch im Industriebereich stattfinden können (siehe Ahmann et al. (2022)).

² Bei indirekten Rebound-Effekten im Zusammenhang mit Energieeinsparungen werden die eingesparten Kosten dazu genutzt, Konsum und damit Energieverbrauch an anderer Stelle zu finanzieren. Als Beispiel könnte eine Situation genannt werden, in der eine Familie durch Energiesparmaßnahmen Geld einspart und dieses dazu nutzt, um eine zusätzliche Flugreise zu finanzieren.

³ Spillover-Effekte stellen Energieeinsparungen in einem Bereich dar, die durch Energieeffizienzmaßnahmen begründet sind. Der Begriff Suffizienz wurde Einsparungen im selben Bereich bedeuten.

Die Gefahr des Rebound-Effektes. Rückkopplungseffekte als Hindernis bei der Smart-Meter-Implementation in Privathaushalten.

Außerdem könnten Energiesparmaßnahmen statt auf der individuellen Ebene der Verbraucher*innen, auf gesellschaftlicher Ebene angesiedelt werden: bspw. durch die Veränderung der Wirtschaftsverfassung eines Landes oder eines supranationalen Verbands wie der EU. Die von Nørgård (2009) vorgeschlagene Orientierung an einer Steady-State-Ökonomie mag Suffizienz-Erwägungen gut adressieren, widerspricht aber – zumindest im Moment – den global etablierten Wirtschafts- und Finanzpolitiken, die auf Wachstum ausgerichtet sind. Zudem implizieren solche Konzepte sehr weitreichende staatliche Eingriffe in das unternehmerische und wirtschaftliche Handeln und werfen damit tiefgreifende ethische und juristische Fragen auf.

3. Rebound-Effekte durch Effizienzsteigerungen in Privathaushalten

Gerade für Privathaushalte lassen sich Rebound-Effekte sehr gut aufzeigen. Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Lampen, Fernseher, Kühlschränke etc. werden zwar immer energieeffizienter, aber gleichzeitig werden immer mehr und größere Geräte in den Haushalten betrieben. Dadurch steigt der Stromverbrauch insgesamt an, obwohl bzgl. einzelner Geräte (teilweise erhebliche) Effizienzgewinne zu verzeichnen sind. So hat sich beispielsweise von 1972 bis 2002, also innerhalb von nur 30 Jahren, der Stromverbrauch in Großbritannien trotz Energieeffizienzsteigerungen verdoppelt (Herring & Roy, 2007, S. 195). Ein erheblicher Anteil dieser Steigerung geht auf die verstärkte Anschaffung und Nutzung von Geräten zur Komfortsteigerung zurück. Darunter fallen unterschiedliche Gerätetypen, Beispiele beinhalten elektrische Zahnbürsten, Kaffeevollautomaten oder Staubsaugerroboter.

Die Digitalisierung der Energiewende geht oft mit einem höheren Energieverbrauch einher, obwohl primär auf Effizienzsteigerung gezielt wird (Lange & Santarius, 2018). Dies kann am Beispiel der „Smart-Homes“ als Bezeichnung für digitalisierte Privathaushalte aufgezeigt werden. Ursache hierfür können zwei Effekte sein:

- (1) Durch die vollständige Umstellung eines Privathaushalts auf ein Smart-Home müssen viele noch voll funktionierende, aber Smart-Home-inkompatible Haushaltsgeräte ausgetauscht werden. Hierdurch werden erhebliche zusätzliche Ressourcen für den Bau der neuen Geräte und für die Entsorgung der alten Geräte verbraucht.
- (2) Bei Smart-Homes geht es zudem nicht ausschließlich oder primär um die auf Energieeffizienz ausgerichtete Steuerung einzelner Verbrauchsbereiche, sondern oft um Funktionen zur Komfortsteigerung. Ein Beispiel ist die zentrale Steuerung von Beleuchtung oder Verschattung, die erhebliche materielle Aufwände zur Realisierung und zusätzlichen Energieverbrauch für den Betrieb bedeuten. Zudem verbraucht die digitale, smarte Steuerung selbst Energie und weitere Ressourcen, die vorher nicht benötigt wurden.

Über die Höhe von Rebound-Effekten besteht keine Gewissheit. Schätzungen differieren teilweise sehr stark: Teile der Literatur stellen die Existenz von Rebound-Effekten vollständig infrage: Einerseits zweifeln Skeptiker*innen an der Existenz von Rebound-Effekte. Andererseits gibt es auch Befürworter*innen, die von einer unterschiedlichen Ausprägung ausgehen. Berkhout et al. (2000) spricht von einem geringem Rebound-Effekt mit Schätzungen zwischen 0-30% für technische Innovation am Gesamtenergieverbrauch. Dimitropoulos (2007) schätzt direkte Rebound-Effekte von durchschnittlich unter 30% in Modellierungsmodellen, wobei die simulierten Werte in neun Studien zwischen 15 % und 350 % lagen (Dimitropoulos, 2007). Weitere empirische Schätzungen gehen von unterschiedlichen indirekten Rebound-Effekten in verschiedenen Lebensbereichen aus. Sorrell et al. (2018) schätzen geringe Effekte bei

Die Gefahr des Rebound-Effektes. Rückkopplungseffekte als Hindernis bei der Smart-Meter-Implementation in Privathaushalten.

Stromverbrauch und Heizung, höhere von (z. B. 20-40%) für Verkehrskraftstoffe, und sehr hohe Werte (z. B. 60-100%) für Lebensmittel und Ernährungsumstellungen auf eine vegetarische Lebensweise. Sie argumentieren zudem, dass es Hinweise gibt, dass die indirekten Rebound-Effekte bei einkommensschwachen Gruppen größer und proportional zur Höhe der Besteuerung des Energieträgers sind.

Schätzungen des Umfangs indirekter Rebound-Effekte sind jedoch äußerst unsicher und hängen von der verwendeten Methodik und Messgröße (z. B. Energieverbrauch, Kohlenstoffemissionen oder Treibhausgasemissionen) sowie vom nationalen Kontext (z. B. durchschnittliche Kohlenstoffintensität der Stromerzeugung) ab. Außerdem verweisen Untersuchungen darauf, dass die Vermeidung von Rebound-Effekten durch entsprechende staatliche Regulierung zu unerwünschten ökonomischen Effekten wie verringerter Innovation führen könnte (z.B. Madlener & Alcott, 2009), weil neu entwickelten Technologien der Markteintritt verwehrt würde, wenn sie entsprechende Regeln nicht einhalten können.⁴

4. Ausblick

Rebound-Effekte werden oft als Begleiterscheinungen technischer Innovationen gesehen. Effizienzsteigerungen wie die Einführung von vollautomatisierten Haushalten – Stichwort Smart-Home – führen nicht automatisch zu einem geringeren Energieverbrauch, sondern die Konsument*innen kompensieren diese mit Verhaltensänderungen in Bezug auf die (Mehr-)Anschaffung von Geräten oder den Energieverbrauch an anderer Stelle. Für die Implementierung von Smart-Metern und das Smart-Home-Management bedeutet dies, dass Einsparungen durch Echtzeitrückmeldung sowie durch automatische Steuerung nicht immer erzielt werden können. Insbesondere ist zu vermuten, dass der Komfort als Beweggrund für die Haushalte gleich wichtig oder von höherer Priorität ist.

Weiß und Kegel (2021) sehen Smart-Meter jedoch als gute technische Möglichkeit, Verbraucher*innen auf einen maßvollen Energiekonsum und Echtzeitverbrauch hinzuweisen. Motivatoren für die Nutzung von Smart-Metern sahen sie in der Technikbegeisterung, im Umweltbewusstsein, und in der Entwicklung neuer Routinen. Außerdem erhoffen sie sich Unterstützung der Privathaushalte bezüglich erneuerbare Energie und Rebound-Effekte in Verbraucherzentralen, Klimaschutzagenturen, und ähnliche Akteuren, die über das Bewusstsein für Suffizienz beim Umstieg auf erneuerbare Energien informieren und beraten. Handwerksbetriebe und Installateur*innen (für Stromzähler, Photovoltaikanlagen etc.) könnten ebenso als wichtige Mittler sensibilisiert werden. Hierzu sollen im Rahmen der Befragung im Projekt EVEKT weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

⁴ Als aktuelles Beispiel könnte die Diskussion um besonders hochauflösende Fernsehgeräte angeführt werden, die nicht den Vorgaben der EU in Bezug auf den Stromverbrauch entsprechen. Man kann hier natürlich darüber streiten, ob eine inkrementelle Erhöhung der Darstellungsqualität von Fernsehern eine Innovation im engeren Sinne darstellt, aber das Beispiel macht zumindest deutlich, dass die Einführung und Vermarktung neuer Produkte und Dienstleistungen durch bestehende Regulation gebremst werden können.

Literaturverzeichnis

- AFP, dpa, MDR (14. Juli 2022). Drohender Lieferstopp: EU-Gasnotfallplan sieht maximal 19 Grad in öffentlichen Gebäuden vor. *MDR*. <https://www.mdr.de/nachrichten/welt/politik/gas-notfallplan-eu-kommission-neunzehn-grad-gebäude-102.html>
- Ahmann, L., Banning, M. & Lutz, C. (2022). Modeling rebound effects and counteracting policies for German industries. *Ecological Economics*, 197, 107432. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107432>
- Berkhout, P. H., Muskens, J. C. & W. Velthuisen, J. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy*, 28(6-7), 425–432. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00022-7)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2015). *Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft: Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft.pdf>
- Dimitropoulos, J. (2007). Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge. *Energy Policy*, 35(12), 6354–6363. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.07.028>
- Ghosh, N. K. & Blackhurst, M. F. (2014). Energy savings and the rebound effect with multiple energy services and efficiency correlation. *Ecological Economics*, 105, 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.05.002>
- Herring, H. (2009). Sufficiency and the Rebound Effect. In H. Herring & S. Sorrell (Hrsg.), *Energy Efficiency and Sustainable Consumption* (S. 224–239). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230583108_11
- Herring, H. & Roy, R. (2007). Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect. *Technovation*, 27(4), 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.11.004>
- Lange, S., Kern, F., Peuckert, J. & Santarius, T. (2021). The Jevons paradox unravelled: A multi-level typology of rebound effects and mechanisms. *Energy Research & Social Science*, 74, 101982. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101982>
- Lange, S. & Santarius, T. (2018). *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. ökom Verlag.
- Madlener, R. & Alcott, B. (2009). Energy rebound and economic growth: A review of the main issues and research needs. *Energy*, 34(3), 370–376.
- Nørgård, J. S. (2009). Avoiding Rebound through a Steady-State Economy. In H. Herring & S. Sorrell (Hrsg.), *Energy Efficiency and Sustainable Consumption* (S. 204–223). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230583108_10
- Reimers, H., Jacksohn, A., Appenfeller, D., Lasarov, W., Hüttel, A., Rehdanz, K., Balderjahn, I. & Hoffmann, S. (2021). Indirect rebound effects on the consumer level: A state-of-the-art literature review. *Cleaner and Responsible Consumption*, 3, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100032>
- Sorrell, S., Gatersleben, B. & Druckman, A. (2018). *Energy sufficiency and rebound effects Concept paper: European council for an energy efficient economy*. https://www.researchgate.net/profile/Steve-Sorrell/publication/329775734_Energy_sufficiency_and_rebound_effects_Concept_paper/links/5c1a284c92851c22a3361438/Energy-sufficiency-and-rebound-effects-Concept-paper.pdf <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35846.22088>
- Sorrell, S., Gatersleben, B. & Druckman, A. (2020). The limits of energy sufficiency: A review of the evidence for rebound effects and negative spillovers from behavioural change. *Energy Research & Social Science*, 64, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101439>
- Umweltbundesamt. (2023, 17. März). *UBA-Prognose: Treibhausgasemissionen sanken 2022 um 1,9 Prozent* [Press release]. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/uba-prognose-treibhausgasemissionen-sanken-2022-um>

Die Gefahr des Rebound-Effektes. Rückkopplungseffekte als Hindernis bei der Smart-Meter-Implementation in Privathaushalten.

- Vetter, M., Haug, S., Baumann, L., Dotter, C. & Weber, K. (2023). 2. Arbeitspapier: Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen? EVEKT - Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste. Teilprojekt Ethische und soziale Aspekte der Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien. Regensburg. Ostbayerische Technische Hochschule (OTH). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11159.85925>
- Vetter, M., Haug, S., Dotter, C., Baumann, L. & Weber, K. (2023). 1. Arbeitspapier: Determinanten des Stromverbrauchs von Privathaushalten im Kontext von Smart Meter. Ergebnisse eines Scoping Reviews: EVEKT – Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste. Teilprojekt Ethische und soziale Aspekte der Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien. Regensburg. Ostbayerische Technische Hochschule (OTH). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11998.72009>
- Weiß, J. & Kegel, J. (2021). Jede Kilowattstunde zählt: Rebound-Effekte beim Umstieg auf erneuerbare Energien effektiv reduzieren. *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung*(4), 1–8. https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Download-dateien/Publikationen/2022/IOEW-Impulse_4_EE-Rebound-Effekte.pdf