



OSTBAYERISCHE  
TECHNISCHE HOCHSCHULE  
REGENSBURG

IST

INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG  
UND TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG

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

2. Arbeitspapier: Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

Autor\*innen: Miriam Vetter, Sonja Haug, Lukas Baumann, Caroline Dotter, Karsten Weber

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

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

## Inhalt

Zusammenfassung .....	3
1. Hintergrund .....	3
2. Soziale Aspekte des Feedbacks.....	4
3. Verhaltensänderung durch Feedback mit Hilfe von Smart-Metering .....	5
4. Ermittlung von Motivatoren.....	5
4.1 Motivatoren sozialer Art.....	6
4.2 Einbindung von Gamification-Elementen.....	7
4.3 Finanzielle Anreize .....	8
5. Sammlung von Energieverbrauchsdaten .....	10
6. Schlussfolgerungen.....	11
Literaturverzeichnis .....	12

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, Sonja Haug, Lukas Baumann, Caroline Dotter und Karsten Weber 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 Ergebnisse des Arbeitspakets 1.2 (Ermittlung individueller kurz-, mittel- und langfristiger Motivatoren) des Teilprojektes „ethische und soziale Aspekte der Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologie“ vor. Im ersten Arbeitspapier wurden Haushaltskategorien bezüglich ihres Stromkonsum differenziert (Vetter et al., 2023).

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

## Zusammenfassung

Viele Länder setzen auf den Einbau digitaler Messtechnologien für Privathaushalte, die als zentraler Bestandteil von Smart-Grids, intelligenter Stromnetze installiert werden, um Stromnetzstabilität zu gewährleisten. Die Messung des Stromverbrauchs kann an die Verbraucher\*innen mithilfe von Apps oder anderer Smart-Meter-Plattformen rückgemeldet werden. Dabei zeigt sich, dass nicht nur die Anzeige bzw. die Sichtbarmachung des Stromverbrauchs zu einer möglichen Reduktion des Energieverbrauchs führt, sondern dass die individuelle Ansprache von Haushalten und soziale, finanzielle sowie ideelle Anreize die Haushalte langfristig zur Energiereduktion bewegen. Der Überblick über Motivatoren im Zusammenhang mit einer Energieverbrauchsrückmeldung bietet Hinweise für eine geplante Bevölkerungsbefragung sowie die Entwicklung einer Web-App im Rahmen des Projekts EVEKT.

**Schlüsselwörter:** Smart-Meter, Verbraucherforschung, Stromverbrauch, Energie-Feedback, Motivatoren, Gamification

## 1. Hintergrund

Regierungen weltweit haben Regelungen zur Installation sogenannter Smart-Meter, also digitaler Stromzähler, erlassen (Giest, 2020). Diese werden im Zuge der Digitalisierung der Energiewende als Schnittstelle zwischen Verbraucher\*innen und Stromanbietern benötigt. Durch sog. Smart-Grids werden intelligente Stromnetze geschaffen, die zentral beispielsweise von einem Stromanbieter gesteuert werden können. Damit können Leistungsschwankungen wie bei der Existenz von erneuerbaren Energien durch Stromverbrauchsprognosen auf Basis der Smart-Meter-Messungen ausgeglichen werden (Umweltbundesamt, 2023). Smart-Meter sind intelligente Zähler mit Kommunikationseinrichtungen, die den Energieverbrauch neben herkömmlicher Analogzähler in Echtzeit messen, sammeln und weiterverarbeiten können (Bischoff, 2013). Jedoch ist der Energieverbrauch in Wohngebäuden ein multidimensionales Phänomen, das in einen soziostrukturellen sowie infrastrukturellen Kontext eingebunden ist. Verhaltensänderungen für eine Energiereduktion sind durch verschiedenste Faktoren determiniert und nicht leicht steuerbar (Mogles et al. 2017). Ziel des Projektes EVEKT ist es, eine erhöhte Verbrauchstransparenz zu ermöglichen und die Verbraucher\*innen bewusst miteinzubeziehen.

*Doch wie können Nutzer\*innen langfristig zum Energiesparen motiviert werden? Welche Motivatoren lassen sich in Studien zu Smart-Meter-Technologie finden? Wie muss Technik gestaltet werden, damit die Nutzerinnen und Nutzer nicht technikmüde werden? Welche Energiedaten muss das Feedback aufweisen, damit es zum Energiesparen anregt?*

Im Projekt EVEKT (Erhöhung der Verbraucherpartizipation an der Energiewende durch KI-Technologien und datenbasierte Mehrwertdienste) an der OTH Regensburg sollen mögliche Verhaltensänderungen durch Rückmeldung des Energieverbrauchs via App und intelligenter Stromzähler untersucht werden. Zunächst wird auf die durch Smart-Meter generierte Stromverbrauchsmessung und Feedbackinhalte eingegangen. Anschließend analysieren wir finanzielle und soziale Motivatoren, sowie die Wirkungsweise von Gamification. Zuletzt wird eine Liste an Energieverbrauchsdaten entwickelt, die Nutzer\*innen im Rahmen des Energiefeedbacks präsentiert werden könnte.

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

## 2. Soziale Aspekte des Feedbacks

„Energy feedback is seen as a way to turn a resource that until recently, was considered invisible into a more visible one, thus transforming energy consumers into active agents in the energy system.“ (Zangheri et al., 2019).

Energieverbrauchs-Feedback meint die Information an den Verbraucher über die Quantität des Energieverbrauchs über einen bestimmten Zeitraum (Buchanan et al., 2016). Die Meldung des Stromverbrauchs kann über verschiedene Medien wie über Rechnung, In-Home-Displays, E-Mail, PC oder Web oder über gemischte Variationen mit mehr als einem Medium transportiert werden. Smartphones oder Tablet-Apps sind kostengünstigere und niedrigschwelligere Feedback-Medien als Energiemonitore oder In-Home Displays (Geelen et al., 2019).

Man unterscheidet zwischen direktem und indirektem Feedback (Darby 2006). Direktes Feedback über Smart-Meter ist für Verbraucher\*innen ständig verfügbar und zeichnet den Verbrauch in Echtzeit nach, was effektiver erscheint als indirektes Feedback, das nur den Jahresverbrauch per schriftlicher oder elektronischer Rechnung wiedergibt (Zangheri et al., 2019). Das Ziel des Feedbacks ist eine Veränderung der Energieeffizienz der Privathaushalte (Chawla et al., 2020). Energieeinsparungen mit direktem Feedback könnten zu Kosteneinsparungen von 5-30% führen (Abrahamse et al., 2005; Buchanan et al., 2016; Darby, 2006; Dimitropoulos, 2007; Greening et al., 2000; Sorrell et al., 2009). Jedoch könnten diese Einsparungen durch den Rebound- oder Rückkopplungseffekt kompensiert werden (z.B. Berkhout et al., 2000).

Einen Überblick über die möglichen Formen und Inhalte des Energieverbrauchs-Feedback wird in Abbildung 1 gegeben: Die Standardpapier-Rechnung bietet nur einen Überblick über den historischen Energieverbrauch an, während über die Online-Rechnung diverse andere Funktionen wie der soziale Vergleich oder Ziele für Energieeinsparungen möglich sind. Dagegen können In-House-Displays zusätzlich noch Echtzeitdaten über den Energieverbrauch senden. Apps oder andere internetfähige Geräte können alle diese Funktionen integrieren und anbieten (Zangheri et al., 2019).

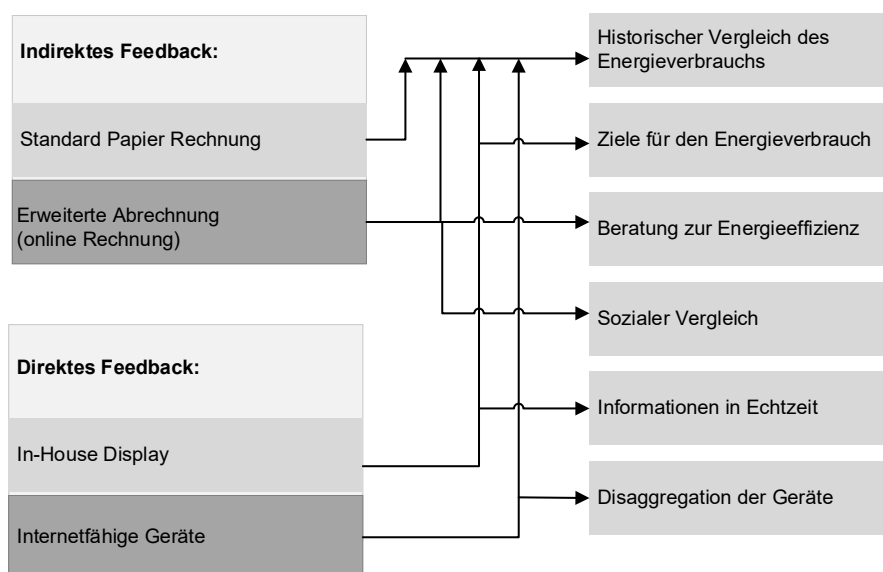


Abbildung 1: Arten des Feedback und bereit gestellte Informationen (Quelle: eigene Darstellung nach Zangheri et al., 2019)

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

Laut Hargreaves et al. (2018) kann sich die Rolle der Energieverbraucher bei der künftigen Energiewende darauf beschränken, auf die ihnen zur Verfügung gestellten Informationen zu reagieren, indem sie eine kurze Liste von Maßnahmen ergreifen, um ihren Energieverbrauch zu senken. Dieselben Autoren schlagen vor, dass die Liste der potenziellen Veränderungen in nur fünf Kerntätigkeiten unterteilt werden kann: Ausschalten, weniger verbrauchen, vorsichtiger verbrauchen, Leistung verbessern und ersetzen/eine Alternative verwenden. Diese können als „kleine Veränderungen“ betrachtet werden, die jeder Einzelne im Laufe seines Lebens leicht vornehmen kann (Hargreaves et al., 2018).

In einem Literaturreview wird die Rolle des Feedbacks kritisch dargestellt. Mela et al. (2018) führen verschiedene Potentiale an, so dass durch die Nutzung des Echtzeitverbrauchs der Erkenntnisgewinn steigen kann, falsche Abrechnungen erkannt werden können, Smart-Meter-Feedback als Lernwerkzeug fungieren kann, um den Stromverbrauch zu verstehen und interessanter zu machen usw. Jedoch werden auch eine Reihe von Studien identifiziert, die Herausforderungen für das Feedback intelligenter Messsysteme aufzeigen. Sie behandeln technische Probleme bei der Installation, benötigtes Technikwissen und notwendige umweltbewusste Einstellungen für eine regelmäßige Nutzung. So kommen die Autor\*innen zum Entschluss, dass nicht die alleinige Sichtbarmachung zu Verhaltensänderungen oder Energieeinsparungen führen könnte.

### 3. Verhaltensänderung durch Feedback mit Hilfe von Smart-Metering

Viele Studien bezüglich Smart-Metern und Feedback sind darauf ausgerichtet mithilfe sozialwissenschaftlicher Methoden wie standardisierten Befragungen oder Interviews herauszufinden, ob das Vorhandensein eines Smart-Meters das Energieverhaltensverhalten verändert (Fung et al., 2010; Schuitema et al., 2017). Nur vereinzelt versuchen Studien Feedback zur Verhaltensänderung zu nutzen (Batalla-Bejerano et al., 2020; D'Oca et al., 2014; Xu et al., 2015; Geelen et al., 2012). Es werden auch unerwünschte Wirkungen eines direkten Feedbacks beobachtet: Wenn das Feedback primär ökonomische Ersparnisse signalisiert, wird auch eine Erhöhung des Energieverbrauchs beobachtet (Schwarzinger et al., 2019).

Die Schwierigkeiten in Bezug auf eine Verhaltensänderung besteht auch darin, diese langfristig zu sichern und keine Technikmüdigkeit aufkommen zu lassen. Webb et al. (2013) beobachteten eine häufige Nutzung eines Energiemonitors in der ersten Wochen ihres Feldexperiments, jedoch nahm die Nutzung schnell ab. Die direkte Ansprache von verschiedenen Verbrauchergruppen mit hierfür ausgewählten Motivatoren ideeller, sozialer und monetäre Art könnte Abhilfe schaffen (Wohlschlager et al., 2021).

### 4. Ermittlung von Motivatoren

Für die Entwicklung der App im Rahmen des Projekts EVEKT ist von zentralem Interesse, welche Anreize zu welchem Zeitpunkt zu einer Verhaltensänderung, also zur Energieeinsparung, beitragen können. Es kann zwischen Motivatoren ideeller und sozialer Art unterschieden werden, die auf Normen zum Umweltschutz oder auf den Vergleich mit dem sozialen Umfeld abzielen. Auch könnte eine finanzielle Belohnung eine stärkere Nutzung von Verbrauchsfeedback nach sich ziehen. Ebenfalls ist möglich, dass unterschiedliche Motivatoren verschieden auf die einzelnen Verbrauchertypen wirken.

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

#### 4.1 Motivatoren sozialer Art

Soziale Normen und der Vergleich mit dem sozialen Umfeld, der sogenannten „peer group“, können das Energiesparen beeinflussen. So lässt sich nachweisen, dass Personen durch normatives Feedback beeinflussbar sind (Allcott, 2011; Schultz et al., 2007). Damit sind Verhaltensanreize gemeint, sogenanntes „nudging“ (Thaler & Sunstein, 2009), die nicht-finanzieller Art sind und Einzelne in ihrer Entscheidung steuern können. In einer experimentellen Studie mit 290 Haushalten in Kalifornien wurde ein sozialer Einfluss auf das Stromnutzungsverhalten beobachtet. Hierbei wird zwischen beschreibenden und wertenden normativen Aussagen („descriptive and injunctive norm“) (Schultz et al., 2007) unterschieden. Die beschreibende Information, dass ein Haushalt mehr als Nachbarhaushalte verbraucht, regte zum Energiesparen an. Allerdings führte die Information, dass der eigene Haushalt im Energieverbrauch unterdurchschnittlich ist, zu einem Verbrauchsanstieg. Dieser Effekt trat nicht auf, wenn gleichzeitig die Botschaft gegeben wurde, dass andere Menschen verbrauchsarmes Verhalten gutheißen (Schultz et al., 2007). In einer anderen experimentellen Studie wurde schwedischen Bürger\*innen fünf Energieverbrauchsszenarien mittels einer fiktiven Smartphone-Anwendung und der Messung anhand Smart-Metern gezeigt (n=104). Als Szenarien wurden den Teilnehmenden Displays der Nachbar\*innen mit einem Energieverbrauch von 50, 150, 250, 350, and 450 (in kWh und schwedischen Kronen) präsentiert. Es zeigte sich, dass die Wirkung sozialer Normen stärker wird, wenn Personen Informationen erhalten, dass andere Personen Energiesparen sowohl praktizieren als auch gutheißen (Bergquist & Nilsson, 2018). Auch hier zeigte sich ein Einfluss der beschreibenden und wertenden normativen Aussagen, wobei Menschen sich stärker an andere anpassen, wenn diese ein gebilligtes Verhalten (also für gut bezeichnetes energiesparendes Verhalten) zeigen (Bergquist & Nilsson, 2018). Weiterhin wurde festgestellt, dass der Normanpassungseffekt nicht immer gleich stark ausfällt. Nach dem so genannten Normdistanzeffekt (Bergquist & Nilsson, 2018) passen Menschen ihre Verhaltensabsichten mit größerer Wahrscheinlichkeit an andere an, zu, wenn das Verhalten anderer ihrem eigenen Verhalten näherkommt. Eine andere experimentelle Studie aus Schweden belegt neben dem Einfluss staatlicher monetärer Anreize auch Peer-Effekte, also den Einfluss von persönlich bekannten Personen, die über Photovoltaikanlagen gesprochen haben, auf die Absicht eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach zu installieren (Mundaca & Samahita, 2020). Die Sichtbarkeit von Photovoltaikanlagen in der Nachbarschaft hatte jedoch keinen Einfluss auf die eigene Verhaltensabsicht.

In einer anderen experimentellen Studie zum sozialen Nudging wurden durch einen Energieversorger in Dänemark Haushalte zur Teilnahme an einem Feldversuch zum flexiblen Strombedarf angefragt, wobei in der Anfrage mit einem pro-sozialen Motiv, mit einem monetären Motiv oder einer Kombination beider Motive geworben wurde (Jensen et al., 2020). Das pro-soziale Motiv wird formuliert in der Aufforderung „Werden Sie Testhaushalt und helfen Sie uns bei der Umstellung zu grüner Energie in Dänemark“, das monetäre Motiv „Werden Sie Testhaushalt und gewinnen Sie ein iPad“ (Übersetzung SH). Es zeigte sich, dass die Beteiligung bei einer Anfrage mit Betonung des pro-sozialen Motivs höher ausfällt. Dies wird als Beleg für emotionale Kosten einer Ablehnung gewertet, die bei einer Markttransaktion nicht auftreten.

Einschränkend muss bemerkt werden, dass die Ergebnisse zu sozialen Motivatoren kulturell bedingt sein könnten. Unterschiede in kulturübergreifenden Werten zeigte sich in einer systematischen Literaturstudie von Goodwin et al. (2020) für das westliche Europa und der USA. Maltseva (2014) fand heraus, dass die Population in nordischen Ländern allgemein kooperativer und pro-sozialer agiert. Basis ist eine standardisierte Befragung von Studierenden der

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

Universität von Connecticut in den USA (n=136) und von Bewohnenden in Lund (n=128). Wornach die schwedischen Teilnehmenden Sicherheit und den Wohlfahrtsstaat höher bewerteten als Teilnehmende in den USA. In einer Mixed-Method-Studie wurden Facetten des schwedischen pro-sozialen Verhaltens aufgezeigt (Maltseva, 2016).

## 4.2 Einbindung von Gamification-Elementen

Sowohl der Vergleich mit anderen Personen als auch das Nudging kann mithilfe von Gamification-Elementen über Energierückmeldungs-Apps implementiert werden. Unter Gamification werden spielerische Elemente wie beispielsweise Ranglisten, Punktesystem, Gewinne, Level, Badges (Erreichen von Meilensteinen), Fortschrittsanzeigen usw. in einer spielfremden Umgebung verstanden (Deterding et al., 2011, S. 13). Durch die Integration von Spielelementen in das alltägliche Leben soll die extrinsische Motivation und das Engagement gesteigert werden, individuelle Ziele zu erreichen (Matallaoui et al., 2017, S. 8f.). Gamification wird daher auch als „persuasive technology“ (Blohm & Leimeister, 2013; Deterding et al., 2011; Hamari et al., 2014) bezeichnet, also als eine überzeugende bzw. überredende Technologie, die bei den Adressat\*innen durch das Einsetzen von Spiel-Elementen bestimmte Handlungsmotive anspricht, was dann zum gewünschten Verhalten führen soll. In Bezug auf Smart-Home entwickelten García-Retuerta und Corchado (2022) einen Algorithmus für ein technisches Feldexperiment, bei welchem die spanischen Haushalte eines folgender Gamification-Elemente zur Energieeinsparung erhalten sollte (S. 315f.):

1. Eine Rangliste zwischen einzelnen Wohnblöcken oder Einzelwohnungen.
2. Eine Definition unterschiedlicher Energieeffizienz-Level.
3. Push-Benachrichtigungen und Abzeichen für Erfolge (untergliedert in mittel- und langfristige Belohnungen).
4. Community-Challenges, welche von den Nutzer\*innen bestimmt werden.
5. Den jährlichen ökologischen Fußabdruck (pro Stockwerk), sowie allgemeine Empfehlungen, wie dieser weiter reduziert werden könnte, sowie der Vergleich mit Nachbar\*innen mit ähnlichen, soziodemografischen Eigenschaften.
6. Echtzeitinformationen über den Energieverbrauch.
7. Informationen zur Privatsphäre bzw. Transparenz, wie die Daten verwendet und verarbeitet werden.

Welche Erfolge sich von diesem Feldexperiment versprechen lassen, konnte zum Publikationszeitpunkt noch nicht gesagt werden. Der Effekt von Gamification-Elementen auf Stromsparen wurde in anderen Feldversuchen bisher bestätigt (Casals et al., 2020; Geelen et al., 2012; Johnson et al., 2017). Die Möglichkeit, Preise zu gewinnen, sorgte bei einem Versuch von Geelen et al. (2012) für eine erhöhte Motivation unter Studierenden Strom einzusparen. Es konnten Einsparungen von 24% erreicht werden, die auch langfristig übernommen wurden. Fogli et al. (2016) entwickelten ein kooperatives Konzept zu Smart-Home und Energieeinsparungen: Der Wohnraum wurde in viele verschiedene Spielfelder unterteilt und alle Familienmitglieder wurden bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen beteiligt. Dies führte zu einem erweiterten Energieverständnis.

Der Einbezug verschiedener Social-Media-Plattformen in der Feedback-App kann einen Vergleich mit dem sozialen Umfeld ermöglichen. Informationsstrategien über Social-Marketing-Methoden haben sich als deutlich effektiver erwiesen als herkömmliche, öffentliche Informationskampagnen, weil die Informationen stärker auf die Verbraucher\*innen zugeschnitten werden können (Batalla-Bejerano et al., 2020, S. 13). Videoplattformen zur Informations-

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

vermittlung und zur Beseitigung von Datenschutz-Bedenken erwiesen sich als erfolgversprechendster Kommunikationskanal (Chawla et al., 2020). Aber nicht nur die reine Information, sondern auch Social-Media-Interaktionen über eine App sind denkbar, was im Rahmen des Projektes EVEKT untersucht werden soll.

### 4.3 Finanzielle Anreize

Neben sozialen und ideellen Motivatoren könnten auch finanzielle Anreize zu Verhaltensänderungen führen. Die Wirkung finanzieller Anreize konnte durch eine Feedback-Studie in den USA bestätigt werden. So zeigte sich, Feedback, das noch um einen finanziellen Anreiz ergänzt wurde, ist wirkungsvoller als Feedback, das sich nur auf soziale Normen bezieht (Schultz et al., 2015, S. 6). Auch in einem Feldexperiment mit österreichischen Haushalten (n=1.257) wurden Anreize zum Energiesparen mittels Smartphone-Anwendungen und Smart-Meter-Daten untersucht (Tabelle 1). In der randomisiert-kontrollierten Studie wurden die teilnehmenden Haushalte in vier Behandlungsgruppen (monetär, altruistisch, kollektiv, Kontrollgruppe) zufällig eingeteilt. Die Kontrollgruppe wurde weder über das Experiment noch über die Abnahme des Stromverbrauchs informiert oder erhielt Nachrichten über die Lastreduzierung des Stromverbrauchs. Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts wurde aus seiner abendlichen Spitzenlastzeit berechnet für Dienstag von 18:00 bis 18:15 Uhr von Mai 2017 bis August 2018, die es in diesem Experiment zu reduzieren galt. Die ersten drei Gruppen erhielten wöchentliche E-Mails sowie eine tägliche Push-Nachricht vor der Versuchszeit über ihr individuelles Ziel in absoluten (kWh) sowie in relativen (%) Werten. Die Rekrutierung der Haushalte fand über den österreichischen Stromversorger Energie AG statt. Finanzielle Anreize waren in diesem Experiment effektiver als nicht-finanzielle Anreize. Jedoch stieg der generelle Energieverbrauch durch das Experiment in der Gruppe, die monetäre Anreize wie kostenlosen Strom erhielt, um etwa 7-8% an, was als Rebound-Effekt bekannt ist (Azarova et al., 2020).

Art des Anreizes	Intervention	Anzahl Haushalte
Monetärer Anreiz	7 Tage kostenloser Strom.	434
Altruistischer Anreiz	7 Tage kostenloser Strom für ein örtliches Waisenhaus.	211
Kollektiver altruistischer Anreiz	7 Tage kostenloser Strom für ein örtliches Waisenhaus + zusätzliche Info über Energieeinsparungen, wenn alle teilnehmen würden.	204
Kontrollgruppe	Keine Anreize oder Nachrichten erhalten.	408

Tabelle 1: Art der Intervention in einem österreichischen Feldexperiment zu Feedback and Kosteneinsparungen (Quelle: eigene Darstellung nach Azarova et al., 2020, S. 5)

Eine Zusammenfassung von Fallstudien in Skandinavien zeigt monetäre Einflussfaktoren auf (Mundaca et al., 2020). In einer Studie aus Schweden (siehe auch Kapitel 4.1) wird die Motivation zur Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Hausdach neben dem Peer-Effekt auch von staatlichen Anreizen beeinflusst. In einem Feldexperiment in Dänemark mit einer Stromverbrauchsanzeige (Smart Meter „dashboard“) wurde das Motiv der Verlustaversion untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Stromkonsumententscheidungen mit dem Framing zusammenhängen. Eine Kontrollgruppe A (Tabelle 2) erhält eine Standardanzeige mit Verbrauchsübersicht (Strom in Kilowattstunden und Kosten heute, gestern, diesen Monat, insgesamt, mit farblicher Markierung rot bei überdurchschnittlichem Verbrauch in Bezug auf den eigenen Verbrauch im letzten Jahr und grün bei unterdurchschnittlichem Verbrauch), eine Budgetübersicht (Kosten heute, diesen Monat, dieses Jahr) und eine Verhaltensübersicht (Durchschnittsverbrauch täglich, monatlich, jährlich). Der Untersuchungsgruppe B (Tabelle 3) wurde neben einer Verbrauchsübersicht (Kilowattstunden und Kosten heute, gestern, diesen Monat, insgesamt mit farblicher Markierung rot bei überdurchschnittlichem Verbrauch in Bezug



Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

auf den eigenen Verbrauch im letzten Jahr und grün bei unterdurchschnittlichem Verbrauch) eine Kostenübersicht (Kosten heute, wöchentlich und auch Kosten durch Standby-Verbrauch und passive Nutzung) und eine Budgetübersicht (heute, diesen Monat, dieses Jahr) angezeigt. Die Besonderheit besteht darin, dass hier die Kosten als ständig aktualisierter Verlust dargestellt werden („Geld verloren durch Stromverbrauch“, „Geld verloren durch Standby und passiven Elektrizitätsverbrauch“). Beide Anzeigen in Gruppe A und B führten zu Stromspareinsparungen; „Verlust zu vermeiden“, erwies sich dabei jedoch als größerer Anreiz, d.h. der Stromspareffekt war stärker bei Gruppe B (Mundaca et al., 2020).

<b>Verbrauchsübersicht</b>				
Einheit	Heute	Gestern	Diesen Monat	Gesamt
DKK	14.87 DKK	23.15 DKK	616.84 DKK	11058.75 DKK
kWh	6.61 kWh	10.29 kWh	274.15 kWh	4915.0 kWh
<b>Verhaltensübersicht</b>				
Täglicher Durchschnitt		14.4 kWh		
Monatlicher Durchschnitt		432.0 kWh		
Jährlicher Durchschnitt		5184.0 kWh		
Höchststand		2.4 kWh		
<b>Budgetübersicht</b>				
Heute		14.87 DKK erreicht von 31.44 DKK		
Dieser Monat		616.84 DKK erreicht von 943.2 DKK		
Dieses Jahr		7947.0 DKK erreicht von 11475.0 DKK		

Tabelle 2: Inhalte Smart-Meter Anzeige Kontrollgruppe A (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an Mundaca & Samahita, 2020, S. 71)

<b>Stromverbrauchskosten</b>				
<b>Geld verloren durch Stromverbrauch</b>				
Heute	19.8679 DKK			
Wöchentlich	209.9 DKK			
<b>Geld verloren durch Standby und passiven Elektrizitätsverbrauch</b>				
DKK pro Tag	5.18 DKK			
DKK pro Jahr	1890 DKK			
<b>Verbrauchsübersicht</b>				
Einheit	Heute	Gestern	Diesen Monat	Gesamt
DKK	14.87 DKK	23.15 DKK	616.84 DKK	11058.75 DKK
kWh	6.61 kWh	10.29 kWh	274.15 kWh	4915.0 kWh
<b>Budgetübersicht</b>				
Heute		1487 DKK erreicht von 3144 DKK		
Dieser Monat		616.84 DKK erreicht von 9432 DKK		
Dieses Jahr		79470 DKK erreicht von 114750 DKK		

Tabelle 3: Inhalte Smart-Meter Anzeige Versuchsgruppe B (Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an Mundaca & Samahita, 2020, S. 71)

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

## 5. Sammlung von Energieverbrauchsdaten

Nachdem verschiedene Motivatoren für Feedback-Rückmeldungen dargestellt wurden, wird kurz auf den Inhalt des Feedbacks eingegangen. Es soll verständlich, relevant und für den Haushalt verwertbar sein (van Dam, 2013). Als Maßeinheiten bevorzugten Nutzer\*innen in den Experimenten Kosten (in € oder \$) gegenüber Energieeinheiten (in kWh oder m<sup>3</sup>), da diese besser nachvollziehbar sind (Karjalainen, 2011). Folgende Energieverbrauchsdaten wurden in vorhergehenden Studien als relevant und notwendig identifiziert und sollten in die Entwicklung der Feedback-App fließen:

- Aktueller und historischer Energieverbrauch in kWh (Buckley, 2020),
- Kosten und Kosteneinsparungen in € (Bergquist & Nilsson, 2018; Karjalainen, 2011),
- Disaggregation (Aufschlüsselung des Energieverbrauchs der einzelnen Haushaltsgeräte (Meinecke, 2017, S. 102; Zangheri et al., 2019),
- Energieziele z. B. für die Kontrolle des Verbrauchs (Zangheri et al., 2019),
- Sozialer Vergleich mit Referenzhaushalten (Meinecke, 2017, S. 102; Schultz et al., 2015)
- Häufiges Feedback – möglichst in Echtzeit (Meinecke, 2017, S. 102),
- Visualisierung mithilfe von Tabellen, Graphen, Diagrammen (Meinecke, 2017, S. 102).

Abbildung 3 und 4 zeigen mögliche Skizzen für Weboberflächen für Feedback-Apps, die mit Schüler\*innen der 11. Klasse im Rahmen des Workshop „WGG 4.0. Digitalisierung - ein Megatrend unserer Zeit!“ am Willibald-Gluck-Gymnasium am 09.11.2022 gestaltet wurden. Die Schüler\*innen stellten zuvor mögliche Überlegungen zu Determinanten des Stromverbrauchs mit Hilfe von Moderationskarten und clusterten diese an der Tafel. Anschließend arbeiteten sie mögliche Benutzeroberflächen einer App, die den Stromverbrauch vom Smart-Meter an Privatpersonen meldet. Die Fragestellung war hierzu folgende: „Angenommen, du hast einen Smart-Meter, der Daten empfangen und senden kann an den Energiebetreiber, an dich oder vielleicht an dein soziales Umfeld. Wie könnte die mögliche Benutzeroberfläche eines Smartphones oder Tablets aussehen, die dir und deiner Familie Feedback schickt?“ Beide Gruppen stellten den Jahresverbrauch als Säulendiagramm dar und den Hinweis auf den möglichen Stromverbrauch der Kontakte in ihrem sozialem Umfeld. Abbildung 4 liefert noch einen Hinweis auf einen Ausblick des Stromverbrauchs.

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

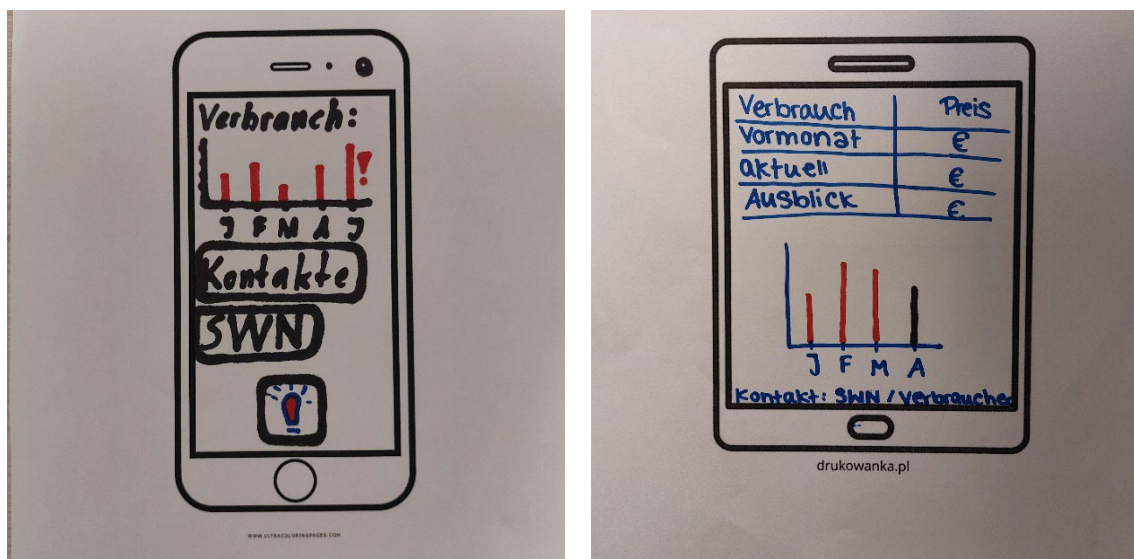


Abbildung 2 und 3: Von Schüler\*innen der 11. Klasse gestaltete Weboberflächen für Feedback-Apps im Workshop „WGG 4.0. Digitalisierung - ein Megatrend unserer Zeit!“ am Willibald-Gluck-Gymnasium am 09.11.2022 (Quelle: eigene Darstellung)

## 6. Schlussfolgerungen

Intelligente Messtechnologien sind politisch populär und es besteht einerseits Hoffnung, andererseits auch die Erwartung, dass sie eine Schlüsselrolle bei der Reduzierung des Energieverbrauchs einnehmen (Mela et al., 2018). Sie werden in vielen Ländern, wie in Deutschland, im Zuge der Digitalisierung der Energiewende verpflichtend, um Netzstabilität und Stromverbrauchsprognosen zu gewährleisten im Zuge der Einführung von erneuerbaren Energien. In Kapitel 2 wurde das Smart-Meter-Feedback aus verschiedenen Blickwinkeln untersucht in diesem Arbeitspapier. Es kann vielseitig sowohl eine Anzeige des eigenen Energieverbrauchs in der Vergangenheit als auch einen sozialen Vergleich beinhalten. Es kann auch unterschiedlich gestaltet sein in indirekter (analoger) sowie direkter (digitaler) Form. Es gibt eine wachsende Zahl an Veröffentlichungen, die zeigen, dass die reine Sichtbarmachung der oder der Zugang zu den Energieverbrauchsdaten nicht automatisch zur Nutzung durch die Bewohnenden führt, sondern eine Implementierung und eine regelmäßige Nutzung häufig nur einen bestimmten, technikaffinen Personenkreis anspricht (Mela et al., 2018). In Kapitel 3 wurde gezeigt, dass nur sehr wenige Studien in Bezug auf Smart-Meter-Nutzung tatsächlich eine Verhaltensänderung darlegen.

Als Lösung stellt sich eine individuelle Ansprache und Einbindung über die Feedback-Mechanismen als erfolgversprechend dar. Das Projekt EVEKT soll dazu beitragen, Technikmüdigkeit in Bezug auf Nutzung von Smart-Metern und Smart-Meter Plattformen entgegenzuwirken. Besonders die individuelle Ansprache von differenzierten Verbrauchergruppen (s. Vetter et al., 2023) mit einer im Projekt entwickelten App und langfristig mit ideellen, finanziellen Anreizen und Social-Media-Interaktion soll die Nutzer\*innen dauerhaft motivieren (Wohlschläger et al., 2021). Nicht nur „monitor enthusiasts“ (Buchanan et al., 2014) und „klimaschutz-affine“ (Schwarzinger et al., 2019) Haushalte sollen angesprochen werden. Ziel ist eine Technik zu entwickeln, die eine dauerhafte Motivation zur Nutzung und Teilnahme an Einsparmaßnahmen durch Gamification-Elemente, soziale Einbindung und potenziell materielle Anreize ermöglicht. Die einfache, verständliche Vermittlung von Energieverbrauchsdaten, Zeitdaten, Kosten mittels Smart-Meter-Messung und Apps soll den Haushalten Anreize bieten, sich über ihren Energieverbrauch zu informieren und ihn gegebenenfalls zu reduzieren.

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

## Literaturverzeichnis

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 273–291. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2005.08.002>
- Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of public Economics*, 95(9–10), 1082–1095.
- Azarova, V., Cohen, J. J., Kollmann, A. & Reichl, J. (2020). Reducing household electricity consumption during evening peak demand times: Evidence from a field experiment. *Energy Policy*, 144, 111657. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111657>
- Batalla-Bejerano, J., Trujillo-Baute, E. & Villa-Arrieta, M. (Hrsg.) (2020). *Smart meters and consumer behaviour: Insights from the empirical literature*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520303475>
- Bergquist, M. & Nilsson, A. (2018). Using social norms in smart meters: the norm distance effect. *ENERGY EFFICIENCY*, 11(8), 2101–2109. <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9709-6>
- 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)
- Bischoff, D. (2013). Geleitwort von Dieter Bischoff, Vorsitzender der MIT-Kommission Energie und Umwelt. In C. Aichele & O. D. Doleski (Hrsg.), *Smart Meter Rollout: Praxisleitfaden zur Ausbringung intelligenter Zähler* (S. IX–XI). Springer Vieweg.
- Blohm, I. & Leimeister, J. M. (2013). Gamification: Gestaltung IT-basierter Zusatzdienstleistungen zur Motivationsunterstützung und Verhaltensänderung. *Wirtschaftsinformatik*, 55(4), 275–278. <https://doi.org/10.1007/s11576-013-0368-0>
- Buchanan, K., Banks, N., Preston, I. & Russo, R. (2016). The British public's perception of the UK smart metering initiative: Threats and opportunities. *Energy Policy*, 91, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.003>
- Buchanan, K., Russo, R. & Anderson, B. (2014). Feeding back about eco-feedback: How do consumers use and respond to energy monitors? *Energy Policy*, 73, 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.008>
- Buckley, P. (2020). Prices, information and nudges for residential electricity conservation: A meta-analysis. *Ecological Economics*, 172, 106635. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106635>
- Casals, M., Gangolells, M., Macarulla, M., Forcada, N., Fuertes, A. & Jones, R. V. (2020). Assessing the effectiveness of gamification in reducing domestic energy consumption: Lessons learned from the EnerGAware project. *Energy and Buildings*, 210, 109753. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109753>
- Chawla, Y., Kowalska-Pyzalska, A. & Oralhan, B. (2020). Attitudes and Opinions of Social Media Users Towards Smart Meters' Rollout in Turkey. *Energies*, 13(3), 732–759. <https://doi.org/10.3390/en13030732>
- D'Oca, S., Corgnati, S. P. & Buso, T. (2014). Smart meters and energy savings in Italy: Determining the effectiveness of persuasive communication in dwellings. *Energy Research & Social Science*, 3, 131–142. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.07.015>
- Darby, S. (2006). *The effectiveness of feedback on energy consumption: A review for DEFRA of the Literature on metering, billing and direct displays*. Environmental Change Institute. <https://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/smart-metering-report.pdf>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran & I. Hammouda (Hrsg.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11* (S. 9–15). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

## Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

- 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>
- Fogli, D., Lanzilotti, R., Piccinno, A. & Tosi, P. (2016). Aml@Home. A Game-Based Collaborative System for Smart Home Configuration. In P. Buono, R. Lanzilotti, M. Matera & M. F. Costabile (Hrsg.), *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces* (S. 308–309). ACM.  
<https://doi.org/10.1145/2909132.2926083>
- Fung, C. C., Tang, S. C. & Wong, K. P. (2010). A Proposed Study on the Use of ICT and Smart Meters to Influence Consumers' Behavior and Attitude towards Renewable Energy. *IEEE*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/pes.2010.5589882>
- García-Retuerta, D. & Corchado, J. M. (2022). Gamification Proposal of an Improved Energy Saving System for Smart Homes. In J. M. Corchado & S. Trabelsi (Hrsg.), *Lecture Notes in Networks and Systems. Sustainable Smart Cities and Territories* (Bd. 253, S. 315–317). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78901-5\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78901-5_27)
- Geelen, D., Keyson, D., Boess, S. & Brezet, H. (2012). Exploring the use of a game to stimulate energy saving in households. *J. of Design Research*, 10(1/2), Artikel 46096, 102–120. <https://doi.org/10.1504/JDR.2012.046096>
- Geelen, D., Mugge, R., Silvester, S. & Bulters, A. (2019). The use of apps to promote energy saving: a study of smart meter-related feedback in the Netherlands. *Energy Efficiency*, 12(6), 1635–1660. <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09777-z>
- Giest, S. (2020). Do nudgers need budging? A comparative analysis of European smart meter implementation. *Government Information Quarterly*, 37(4).  
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101498>
- Goodwin, J. L., Williams, A. L. & Snell Herzog, P. (2020). Cross-Cultural Values: A Meta-Analysis of Major Quantitative Studies in the Last Decade (2010–2020). *Religions*, 11(8), 396. <https://doi.org/10.3390/rel11080396>
- Greening, L., Greene, D. L. & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey. *Energy Policy*, 28(6-7), 389–401.  
[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00021-5)
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *47th Hawaii International Conference on System Science*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hargreaves, T., Wilson, C. & Hauxwell-Baldwin, R. (2018). Learning to live in a smart home. *BUILDING RESEARCH AND INFORMATION*, 46(1), 127–139.  
<https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1286882>
- Jensen, C. L., Andersen, L. M., Hansen, L. G. & Henningsen, G. (2020). Is social nudging too emotionally taxing? A field experiment of public utilities and electricity consumers in Denmark. *Energy Research & Social Science*, 67, 101515.  
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101515>
- Johnson, D., Horton, E., Mulcahy, R. & Foth, M. (2017). Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 249–264.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.134>
- Karjalainen, S. (2011). Consumer preferences for feedback on household electricity consumption. *Energy and Buildings*, 43(2-3), 458–467.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.10.010>
- Maltseva, K. (2014). Cognitive Organization of Cultural Values: Cross-Cultural Analysis of Data from Sweden and the USA. *Journal of Cognition and Culture*, 14(3-4), 235–262.  
<https://doi.org/10.1163/15685373-12342123>

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

- Maltseva, K. (2016). Using Correspondence Analysis of Scales as Part of Mixed Methods Design to Access Cultural Models in Ethnographic Fieldwork. *Journal of Mixed Methods Research*, 10(1), 82–111. <https://doi.org/10.1177/1558689814525262>
- Matallaoui, A., Hanner, N. & Zarnekow, R. (2017). Introduction to Gamification: Foundation and Underlying Theories. In S. Stieglitz, C. Lattemann, S. Robra-Bissantz, R. Zarnekow & T. Brockmann (Hrsg.), *Gamification* (S. 3–18). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45557-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45557-0_1)
- Meinecke, C. (2017). *Potentiale und Grenzen von Smart Metering: Empirische Wirkungsanalyse eines Feldtests mit privaten Haushalten*. Springer VS. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-658-16064-7.pdf>
- Mela, H., Peltomaa, J., Salo, M., Mäkinen, K. & Hildén, M. (2018). Framing Smart Meter Feedback in Relation to Practice Theory. *SUSTAINABILITY*, 10, 3553. <https://doi.org/10.3390/su10103553>
- Mundaca, L. & Samahita, M. (2020). What drives home solar PV uptake? Subsidies, peer effects and visibility in Sweden. *Energy Research & Social Science*, 60, 101319. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101319>
- Mundaca, L., Samahita, M., Sonnenschein, J. & Seidl, R. (2020). Behavioural economics for energy and climate change policies and the transition to a sustainable energy use—A Scandinavian perspective. In *Energy and Behaviour* (S. 45–87). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818567-4.00004-1>
- Schuitema, G., Ryan, L. & Aravena, C. (2017). The Consumer's Role in Flexible Energy Systems: An Interdisciplinary Approach to Changing Consumers' Behavior. *IEEE Power and Energy Magazine*, 15(1), 53–60. <https://doi.org/10.1109/mpe.2016.2620658>
- Schultz, P. W., Estrada, M., Schmitt, J., Sokoloski, R. & Silva-Send, N. (2015). Using in-home displays to provide smart meter feedback about household electricity consumption: A randomized control trial comparing kilowatts, cost, and social norms. *Energy*, 90, 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.06.130>
- Schultz, P. W., Nolan, J. M., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J. & Griskevicius, V. (2007). The constructive, destructive, and reconstructive power of social norms. *Psychological science*, 18(5), 429–434.
- Schwarzinger, S., Kaltenecker, I. & Neil Bird, D. (2019). "Smarte" Technologien als Schlüssel zu klimafreundlichen Konsum? In R. Hübner & B. Schmon (Hrsg.), *Kritische Verbraucherforschung. Das Transformative Potenzial von Konsum zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung: Chancen und Risiken* (S. 59–78). Springer Vieweg. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J. & Sommerville, M. (2009). Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy*, 37(4), 1356–1371. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.026>
- Thaler, R. H. & Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth and happiness* (Revised edition, new international edition). Penguin.
- 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>
- van Dam, S. (2013). *Smart Energy Management for Households. Architecture and the built environment: Bd. 05*.
- 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>

Identifikation von Motivatoren. Was motiviert Verbraucherinnen und Verbraucher zum Stromsparen?

Webb, D., Soutar, G. N., Mazzarol, T. & Saldaris, P. (2013). Self-determination theory and consumer behavioural change: Evidence from a household energy-saving behaviour study. *Journal of Environmental Psychology*, 35, 59–66.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.04.003>

Wohlschlager, D., Miller, D., Köppl, S., Estermann, T. & Holl, F. (2021). *Partizipative Aspekte im intelligenten Energiesystem - Zwischen Theorie und Praxis. Fallstudienanalyse aus dem SINTEG-Projekt C/sells: Fallstudienanalyse aus dem SINTEG-Projekt C/sells*. München. [https://www.researchgate.net/profile/daniela-wohlschlager/publication/349731186\\_partizipative\\_aspekte\\_im\\_intelligenten\\_energiesystem\\_-\\_zwischen\\_theorie\\_und\\_praxis\\_fallstudienanalyse\\_aus\\_dem\\_sinteg-projekt\\_csells](https://www.researchgate.net/profile/daniela-wohlschlager/publication/349731186_partizipative_aspekte_im_intelligenten_energiesystem_-_zwischen_theorie_und_praxis_fallstudienanalyse_aus_dem_sinteg-projekt_csells)

Xu, P., Shen, J., Zhang, X., Zhao, X. & Qian, Y. (2015). Case Study of Smart Meter and In-home Display for Residential Behavior Change in Shanghai, China. *Energy Procedia*, 75, 2694–2699. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.679>

Zangheri, Serrenho & Bertoldi (2019). Energy Savings from Feedback Systems: A Meta-Studies' Review. *Energies*, 12(19), 3788. <https://doi.org/10.3390/en12193788>