

NUTZERSENSIBILISIERUNG IM UMGANG MIT DER RESSOURCE STROM: ANFORDERUNGEN AN EINE SCHNITTSTELLE

Thomas Schmid¹ und Thomas Auer¹

¹ Technische Universität München, Deutschland

E-Mail: thomas.schmid@tum.de

Kurzfassung

Seit Jahren ist die Energiewende ein vieldiskutiertes Thema. Um die geplanten Ziele zu erreichen, werden energetische Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen vorgeschlagen. Seltener im Fokus steht der einzelne Mensch, obwohl dieser als Energienutzer und direkt Betroffener, vor allem im Wohnungsbau, eine wesentliche Rolle einnimmt. Während die meisten Ansätze Lösungen in der Automatisierung und entsprechender Algorithmisierung von elektrischen Verbrauchern suchen, fokussiert sich hierbei die Methodik verstärkt auf den Menschen und dessen Bedürfnissen. Das Ziel ist diesen anhand von leicht verständlichen und spielerischen Aspekten zu energetisch bewusstem Handeln zu bewegen, um dadurch das Potenzial zu erhöhen den Stromverbrauch zu reduzieren. Das Papier identifiziert hierfür geeignete Maßnahmen und skizziert die notwendigen Anforderungen an eine entsprechende applikationsgestützte Schnittstelle (Interface).

Abstract

For years, there have been a great deal of discussions concerning the energy transition. In order to achieve the planned goals, energy-related measures have been proposed at various levels. However, rarely do they target human beings, although they play an essential role on the one hand as an energy user and furthermore as the one directly affected by such usage, especially in housing. While most approaches look for solutions in the automation and corresponding algorithmization of electrical consumers, this methodology focuses on people and their needs. The aim is to motivate people to act in an energy-conscious manner by means of easily understandable and playful aspects in order to utilize the potential for reducing electrical consumption. The paper identifies suitable measures for this purpose and outlines the necessary requirements for a corresponding application-supported interface.

Einführung

In den unterschiedlichen Bereichen der Wissenschaft, der Politik und der Medien ist Energie zentraler Gegenstand der aktuellen Diskussion. Der Ausstieg aus der Atomkraft, der in Zukunft benötigte Einsatz von erneuerbaren Energien sowie die damit einhergehenden fluktuierenden Verfügbarkeiten nehmen einen immer wichtiger werdenden Stellenwert im gesellschaftlichen Diskurs ein. Erst am 9. März 2022 bekräftigte Ursula von der Leyen, Europäische Kommissions-Präsidentin, auch angesichts der aktuellen Lage, dass in Erneuerbare Energien massiv investiert werden müsse und rief gleichzeitig dazu auf, Energie einzusparen (dpa-infocom, 2022). Die Bedeutung des bewussteren Umgangs mit elektrischer Energie rückt dabei noch mehr in den Vordergrund. Um die Ziele zu erreichen, werden zwar energetische Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen, von der Gebäudeertüchtigung bis zum Städtebau, umgesetzt (EU-Gebäuderichtlinie (EPBD), 2018/30.05.2018). Seltener im Fokus steht jedoch der individuelle Mensch, obwohl dieser als Verursacher und direkt Betroffener eine wesentliche Rolle innerhalb dieses Transformationsprozesses spielt. Zugleich besteht bei diesem Thema viel Unwissenheit und Intransparenz sowohl über die Wertigkeit der Ressource Strom als auch über die eigene Rolle als Verbraucher.

Ausgangssituation

Das eigene Auto, dessen Leistung oder Spritverbrauch sowie die maximale Reichweite sind Kennwerte und Größen, die in der heutigen Gesellschaft längst Allgemeinwissen darstellen. Sogar die Einschätzung des Kraftstoffverbrauchs unterschiedlicher Fahrzeugtypen kann in vielen Fällen gut abgeschätzt werden. Des Weiteren ist heute nahezu jedes Fahrzeugmodell standardmäßig in der Lage während der Fahrt oder zumindest im Nachhinein den jeweiligen Kraftstoffverbrauch anzuzeigen. Der Verbrauch kann unmittelbar in Bezug auf die Wegstrecke oder Fahrstil

nachvollzogen werden. Ganz anders verhält es sich innerhalb von Gebäuden und bei Fragen zu Energie. Wieviel Energie ist eine Kilowattstunde? Wie lange lässt sich beispielsweise an einem Computer damit arbeiten? Sind es zwei oder vielleicht zehn Stunden? Wie viel Strom verbraucht ein Haushalt an einem Tag beispielsweise in der Küche, im Wohnzimmer oder im Bad? Wie hoch sind die täglichen Kosten? Oder allgemeiner formuliert: Wann wird wo wieviel verbraucht? Solche Fragestellungen bleiben auf dieser Ebene meist unzureichend beantwortet und sind dennoch fest im Privat- und Berufsumfeld verankert.

Methodik

Die Stromnutzung, das heißt das alltägliche Verhalten, besitzt ein wichtiges Potenzial zur Reduzierung des „Stromverbrauchs“ und der damit verbundenen Stromkosten. Ein ausreichend quantitatives Gefühl für Energie oder fehlende Anreize Strom einzusparen, besteht in vielen Fällen jedoch nicht. In verschiedenen Projekten zeigte sich, dass die Menschen prinzipiell zwar ein hohes und facettenreiches Interesse für Energie aufweisen, sie aber kaum Bezug dazu haben. Als Ursache dafür wurde in hohem Maße immer wieder das Thema der individuellen Einflussnahme und der Mangel an verständlicher Rückkopplung gesehen. Diese Einschätzung leitete sich zudem aus einem über mehrere Jahre laufenden Projekt ab, welches neben den technischen Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Effizienzbestrebungen im Bereich der Energieversorgung in Kooperation mit der Hochschule Coburg auch sozialwissenschaftliche Aspekte eingehend betrachtete (OBB, 2017).

Der methodische Ansatz zielt daher nicht darauf ab, Hard- und/oder Software dahingehend einzusetzen, um zu automatisieren oder etwaige Schaltvorgänge anhand von lernfähigen Algorithmen „smart“ steuern zu lassen. Die Methodik versucht vielmehr den Menschen in den Mittelpunkt zu stellen, um bei der Stromnutzung die Möglichkeit zu bieten, das eigene Verhalten besser beurteilen zu können. Die Zugänglichkeit und das Verständnis für elektrische Energie und damit einhergehende „Verbrauchsmengen“ soll gestärkt sowie diffuse und abstrakte Vorstellungen von Begriffen wie „Kilowattstunde“ abgebaut werden. Das Interesse und die Motivation Energie einzusparen soll angehoben werden.

Anforderungsanalyse

Die zentralen Fragen, die sich in diesem Zusammenhang stellen, sind:

- Welche Art, welche Geschwindigkeit und welcher Detailgrad an Rückmeldungen ist sinnvoll?

- Kann das Interesse an Einsparungen über längere Zeit erhalten werden?
- Welche Anforderungen an eine Schnittstelle ergeben sich daraus?

Art, Geschwindigkeit und Detailgrad der Rückmeldung (Feedback)

Der zeitliche Faktor der Rückmeldung in Bezug auf die jährliche prozentuale Einsparung wurde in mehreren Studien untersucht. Als Beispiel sei auf das Ergebnis der Analyse von 42 empirischen Studien in Karlin et al. (2015) zu verweisen. Die Auswertung zeigt und untermauert die Bedeutung des zeitlichen Parameters. Während in fünf Studien negative Effekte und in zwei Studien keine Effekte zu beobachten waren, konnten in 35 Studien (d.h. in über 83 Prozent) positive Einflüsse auf das Einsparverhalten nachgewiesen werden (Karlin et al., 2015).

Die Meta-Studie nach Ehrhardt-Martinez et al. (2010) umfasst die Untersuchung von zahlreichen Feedback-Studien im Wohnungssektor. Die systematische Auswertung von Informationen aus 57 Primär-Studien erstreckt sich über zwei Epochen und neun Ländern, darunter durchgeführte Forschungen der letzten 36 Jahre in den Vereinigten Staaten, Kanada, Europa, Australien und Japan (ebd.). Die Auswertungen und Analysen zeigen unter Beachtung des zeitlichen und regionalen Kontexts sowie unterschiedlichen Programmmerkmalen die Erkenntnisse und Zusammenhänge auf, auf welche Weise und in welchem Ausmaß verschiedene Faktoren die durch Rückkopplung induzierten Energieeinsparungen beeinflussen (Ehrhardt-Martinez et al., 2010). Hinsichtlich der Art der Rückmeldung ist in direkte und indirekte Rückmeldung zu unterscheiden. Erfolgt die Rückmeldung erst mit einem zeitlichen Versatz nach dem „Energieverbrauch“ spricht man von indirekter Rückmeldung; bei direkter Rückmeldung erfolgt das Feedback unmittelbar bzw. gleichzeitig in Echtzeit (Realtime) während des „Energieverbrauchs“. Die Auswertungen von 36 Studien (von 1996 bis 2010), die unter anderem die Art der Rückmeldung und den Detailgrad der Informationen beinhalten, zeigen deutlich, dass bei einer unmittelbaren direkten Rückmeldung jährliche prozentuale Einsparungen von 9,2 – 12 % erreicht werden können (ebd.).

Bezüglich der zu erwartenden Höhe an Einsparungen wird in der Literatur im Allgemeinen daraufhin verwiesen, dass der Stromverbrauch in Haushalten durch Rückmeldungen im Bereich von 5 bis 20 % gesenkt werden kann (Vine et al., 2013). Hinsichtlich der Beantwortung der Frage der Effektstärke wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten dutzende Experimente und Studien durchgeführt, ist aber bis heute nicht abschließend geklärt. Dennoch lassen

sich an der Debatte über Wirksamkeit verschiedener Rückmeldekriterien und auch Akzeptanz unter den Konsumenten wichtige Punkte und Trends ableiten (Vine et al., 2013). Zum einen sollten Rückmeldungen so schnell wie möglich nach Nutzung der Energie erfolgen, sich auf eine Bezugsbasis (Standard) beziehen und zum anderen klar und aussagekräftig formuliert sowie nach Möglichkeit personalisiert sein (ebd.).

Involvierung sozialer Normen

Neben der Informationsbereitstellung durch Rückmeldungen ist ein weiterer Aspekt zu beachten, nämlich die Art und Weise bzw. wie Informationen an den Menschen sinnvoll heranzutragen sind. Ein wichtiger Parameter neben dem Feedback ist die Involvierung sozialer Normen. Das Vorlegen und die Präsentation normativer Botschaften unter Peers (dt. Gleichaltrige, Gleichgestellte, Ebenbürtige) können dabei verstärkt zu Einspareffekten beitragen.

Hinsichtlich dieser positiven Erkenntnisse wurden beispielsweise Rückmeldungen über den Strom- und Gasverbrauch an Kunden in ihren Haushalten gegeben und sich dabei auf Vergleiche mit anderen konzentriert (Ayres et al., 2009). Die Arbeit analysierte Daten aus zwei Feldversuchen, die mit etwa 75.000 Haushaltskunden zweier Energieversorgungsunternehmen in den USA durchgeführt wurden. Einer per Zufallsprinzip ausgewählten Teilmenge daraus kamen per Post Berichte zu, in denen ihr Energieverbrauch mit dem ihrer Nachbarn in ähnlich großen Häusern verglichen wurde. Die Auswertungen konnten einen Rückgang des Energieverbrauchs von 1,2 bis 2,1 % nachweisen.

Auch in Allcott (2011) sind eine Reihe von Programmen einer entsprechenden Bewertung unterzogen worden, in denen einfache Briefe mit Energieberichten an Privatkunden verschickt wurden. Die Daten stammen hierbei aus randomisierten natürlichen Feldexperimenten aus 600.000 Kontrollhaushalten in den USA. Als zusätzliche Information kam auch hier hinzu, dass ihr eigener Stromverbrauch mit dem ihrer Nachbarn verglichen wurde (Allcott, 2011). Die Analysen der Daten zeigten auch hier eine durchschnittliche Reduktion des Energieverbrauchs von etwa zwei Prozent und lieferten Beweise dafür, dass nicht-preisliche Maßnahmen das Verbrauchsverhalten erheblich ändern können (ebd.).

Feedback und Persistenz

Die Frage ist: Können das Interesse und die Motivation unter den Nutzern insoweit erhalten bleiben, sodass energetische Einsparungen über längere Zeiträume erwartet werden können? Betrachtet man hierzu die Literatur, so ist festzuhalten, dass sich bereits seit den 1970er Jahren

einige Studien in Feldexperimenten damit beschäftigten, wie Menschen anhand von verschiedenen Strategien zu Verhaltensänderungen ermutigt und motiviert werden können, Energie einzusparen. Die Untersuchungen reichen dabei von der Ursprungsform (Briefe) über einfache Rückmeldungen anhand erweiterter monatlicher Rechnungen, gepaart mit Zusatz-Energie-Informationen (Ayres et al., 2009; Allcott, 2011) bis hin zu komplexeren Echtzeit Rückmeldungen, die über Computer oder anderweitigen Geräten zugänglich sind (Ehrhardt-Martinez et al., 2010; Faruqi et al., 2010).

Auswertungen und Analysen aus 11 unterschiedlichen OECD Staaten (USA, Japan, Norwegen, Schweiz und 7 EU-Länder), die seit 1987 durchgeführt wurden zeigen und bestätigen nach Fischer (2007), dass das einzige Merkmal, das ausschließlich in den besten Fällen vorkommt (aber nicht in allen), die computergesteuerte Rückmeldung ist (ebd.). Die Zeitspanne indes, das heißt wie lange Einsparungen zu erwarten sind, wird in den zahlreichen Studien ebenso unterschiedlich bewertet. Während die meisten in den Feldstudien durchgeführten Strategien in den Haushalten anfangs durchaus positive Einspareffekte aufzeigen, sind in einigen Beobachtungen über längere Zeiträume (mehrere Wochen) keine klaren Ergebnisse mehr abzuleiten. Die anfängliche Reduktion ist bereits nach vier Wochen statistisch nicht mehr klar ersichtlich (Houde et al., 2013).

Diese kurzzeitigen Beobachtungen mögen in vielen Fällen richtig sein, allerdings ist für die Persistenz, also das Bestehenbleiben eines Zustands über längere Zeit (hier: die energetischen Reduzierungen), in den Haushalten die initiiierende Zeitdauer der „Behandlung“ ein entscheidender Faktor. Wichtig an dieser Stelle ist, dass Verhaltensinterventionen anhand energetischer Rückmeldungen langfristige Auswirkungen zeigen können (Allcott & Rogers, 2014). In ihrer Studie wurden diesbezüglich auf sozialen Vergleichen basierend, personalisierte Rückmeldungen zum Energieverbrauch und Informationen zur Energieeinsparung wiederholt (monatlich oder alle paar Monate für einen unbestimmten Zeitraum) an die Haushalte verschickt. Die Ergebnisse nach Allcott & Rogers (2014) belegen die Wichtigkeit der Zeitspannen hinsichtlich der Effekte von intervenierenden Maßnahmen. Zum einen zeigen die Analysen deutlich, dass Interventionen zwar zum sofortigen Handeln anregen, die Anstrengungen jedoch aber relativ schnell wieder nachlassen. Dieses zyklische Muster von Aktion und Rückfall nimmt ab, wenn sich die Menschen, wie hier in der genannten Studie, an den Erhalt der Energieberichte gewohnt haben. Schließlich werden die Effekte mit zunehmender Dauer der Intervention anhaltender, was bedeutet,

dass Menschen bzw. Konsumenten ihre Grundgewohnheiten oder Geräte erst *allmählich* verändern. Werden nach etwa zwei Jahren die Interventionsmaßnahmen abgesetzt, bleiben die Einsparmaßnahmen deutlich länger erhalten. Allerdings nehmen auch diese über die Zeit, wenn auch schwächer, jedoch wieder ab, als würden die Maßnahmen im Vergleich durchgängig weiterlaufen. (Allcott & Rogers, 2014)

Wettbewerb als motivierender Faktor

Eine persistente Verhaltensänderung zu bewirken, ist demnach stark zeit- sowie vom Menschen und seinen Gewohnheiten abhängig. Das Ziel eine nachhaltige Sensibilisierung zu erreichen, ist daher mehr als Prozess, weniger als punktuell eingreifende Maßnahme zu verstehen. Wie lässt sich das Interesse und die Motivation unter den Nutzern, neben kontinuierlichen Interventionsansprachen, zusätzlich auch auf partizipativ stimulierende Weise anregen? Dies kann durch den Aufgriff des Wettbewerbsgedankens erfolgen. Der Gedanke sich mit anderen zu messen ist ubiquitär und begegnet sich in allen Ebenen der Gesellschaft. Wettbewerb ist in vielen Bereichen vorfinden, zum Beispiel in der Biologie, der Ökologie, der Ökonomie, im geschäftlichen Umfeld, der Politik, im Bildungswesen, im Glückspiel in Lotterien und im Bereich des Sports (E. L. Vine & Jones, 2015). Der Spielektor, allen voran die Computerspiele, mit interaktiven Rang- und Vergleichslisten spornen zum Wettbewerb an. Welche Effekte und Auswirkungen Wettbewerbe bezüglich der Energie- und Ressourceneinsparung mit sich bringen, wurde von der University of California, California Institute for Energy and Environment, Berkeley untersucht (E. L. Vine & Jones, 2015). Analysiert wurden dabei 20 Wettbewerbsprogramme mit unterschiedlichen Programmlaufzeiten (von einigen Wochen bis zu mehreren Jahren), die sich auf die Reduzierung des Energieverbrauchs konzentrierten. Die Studie verdeutlichte, dass die erreichte elektrische Energieeinsparung durch Wettbewerb im Durchschnitt mit etwa 5 % angenommen werden kann. Einige Einsparungen, hauptsächlich für den Stromverbrauch, erzielten jedoch wesentlich höhere Einsparungen bis zu 30 %, wobei die meisten der untersuchten Wettbewerbe unter 10 % lagen (ebd.)

Konzept

Im zentralen Blickfeld des Konzepts steht der Mensch. Hierbei sind grundlegende Anforderungen und Kriterien zu definieren. Ein wichtiger Schritt zum Verstehen und Einschätzen von elektrischen Vorgängen ist zum einen das Angebot einer geeigneten Rückmeldungsart (Feedback), zum anderen der richtige Maßstab der Informationsgabe, damit das eigene Handeln, das heißt die Nutzung von Strom nachvollziehbar und verständlich erscheint.

Das Aufgreifen und Verarbeiten der positiven Aspekte aus Ergebnissen der Studien in den einzelnen Teilbereichen dienen dabei als Basis, einen nutzerfokussierten Ansatz zu entwickeln. Aus diesem lassen sich auch wichtige technische Vorgaben für die prototypische Umsetzung einer entsprechenden applikationsgestützten Schnittstelle (Interface) zur Ansprache der Energienutzer ableiten.

Handlungsfelder und Lösungsansatz

Aus den Erkenntnissen der Anforderungsanalyse lassen sich drei Handlungsfelder identifizieren, welche die zentralen Stellgrößen für die Entwicklung eines nutzerfokussierten Ansatzes vorgeben:

- Information
- Interaktion
- Motivation

Durch die Kombination der Handlungsfelder von *Information*, *Interaktion* und *Motivation* lässt sich ein konzeptioneller Lösungsansatz zur Steigerung der Nutzersensibilisierung ableiten. Dieser ist in Abbildung 1 skizziert.

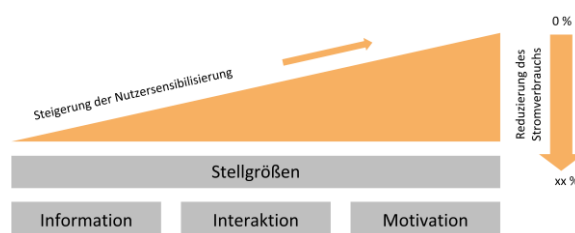


Abbildung 1: Ansatz zur Steigerung der Nutzersensibilisierung

Definition der Stellgrößen

Eine schnelle und unmittelbare Informationsbereitstellung, das heißt eine direkte Darstellung unmittelbar nach bzw. schon während der Stromnutzung (direktes Feedback in Realtime), stellt den zentralen Angriffspunkt dar, die Aufmerksamkeit primär auf das eigene unmittelbare Handeln zu lenken. In welchem zeitlichen Versatz die Informationen auf den Nutzer treffen, bestimmt zudem die zu erwartende Genauigkeit in der Zuordenbarkeit von elektrischen Vorgängen im eigenen Tätigkeitsumfeld (Haushalt).

Durch die Wahl eines für den Nutzer geeigneten Informationsmaßstabs kann die Nachvollziehbarkeit und Plausibilität von Handlungen weiter positiv beeinflusst werden. Für das Konzept wird daher hinsichtlich der Überschaubarkeit in erster Linie nicht angestrebt, den Gesamtstrom vollständig aufzugliedern, das heißt für jedes einzelne im Haushalt verfügbare Endgerät, z.B. Netzteile oder Lampen. Vielmehr sollen „Handlungsspielräume“ als

Informationsbasis angeboten und visualisiert werden, in denen auf natürlich kumulierender Weise entsprechende Tätigkeiten zu erwarten sind und so zusammengefasst werden können. Dies bedeutet, der Informationsmaßstab kann sich in vielen Fällen auf die Ebene der Räumlichkeiten innerhalb eines Haushalts beziehen, z.B. Küche, Wohnzimmer, Arbeitszimmer, Bad, usw. (Abb. 2).

Aus dieser Vorgehens- und Sichtweise heraus ergeben sich mehrere positive Aspekte. Für jeden Haushalt ist innerhalb dieser persönlichen Handlungsspielräume ohne weiteres Zutun ein individuelles Tätigkeitsprofil hinterlegt, da sich dieses jeweils unmittelbar aus eigenen und persönlichen Präferenzen zusammensetzt. Vereinfacht gesprochen: Jeder weiß, wann er was und wo tut. Aber wie verhält es sich zu anderen? Wie hoch ist mein Verbrauch im Vergleich zu anderen, beispielsweise auch in der Küche, Wohnzimmer oder Bad? In welchem Verbrauchsverhältnis stehe ich zu diesen? Hinsichtlich solcher oder ähnlicher Fragestellungen ist eine Inbezugsetzung mit weiteren Nutzern unumgänglich und ein wichtiger Schritt hin zur Selbsteinschätzung des eigenen Stromverbrauchs sowie zur Entwicklung einer Grundsensitivität im Umgang mit Strom.

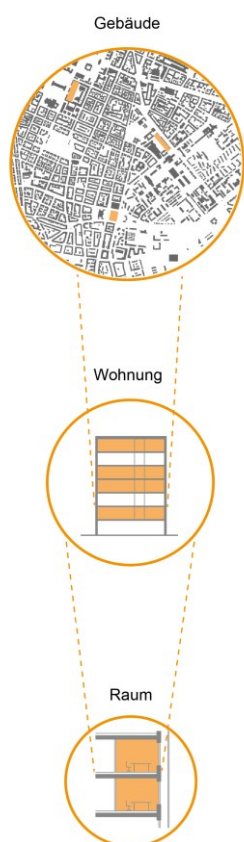


Abbildung 2: Handlungsspielraum als Basismaßstab

Durch die Vergleichsmöglichkeit mit anderen Teilnehmern lässt sich eigenes Handeln dynamisch einordnen. Um den Mehrwert weiter anzuheben und spürbar den Abstraktionsgrad der Maßeinheit „Kilowattstunde“ abzubauen, ist für einen nutzerfokussierten Ansatz ein weiterer Aspekt zu integrieren, nämlich die Darstellung von energetisch äquivalenten Aktivitäten oder gleichwertigen elektrischen Verbräuchen. So sollte erkennbar sein, dass beispielsweise die im Wohnzimmer verbrauchte Strommenge in einem bestimmten Zeitraum etwa der Energie entspricht, die für eine bestimmte Anzahl von Kilometern mit der Bahn, dem Auto oder dem Flugzeug benötigt wird. Die Integration praxisnaher Tätigkeiten (z.B. wie viele Tassen Kaffee aus einer Kaffeemaschine entspräche einer Stunde Fernsehen, wie lange könnte damit ein Raum beleuchtet oder im Internet gesurft werden, oder wieviel Energie korrespondiert mit der Zubereitung eines Abendessens) eröffnet hier neue Blickwinkel und regt zum Nachdenken an. Auch die Energie für die Herstellung von Waren (z.B. wie viel Energie benötigt die Produktion eines Smartphones) kann so mit der im Haushalt verbrauchten Strommenge ins Verhältnis gesetzt werden. Mithilfe dieses dynamischen Angebots sind auf ansprechende und verständliche Weise energetische Relationen sichtbar und komplexere Querverbindungen aus anderen Bereichen besser zugänglich und einschätzbar. In Abhängigkeit der jeweiligen Peergroup lassen sich diesbezüglich nutzerangepasste und individuelle Beispiele visualisieren, um energetische Vorgänge zu personalisieren und greifbar zu gestalten.

Energetische Fingerabdrücke im Nutzerverhalten und nicht sichtbare Verbräuche (z.B. Standby-Betriebe) sollen erkennbar werden. Verbrauchsintensive Geräte oder „schlechte“ Gewohnheiten sollen durch die Schaffung von interaktiven Anreizen zudem zu Verhaltensänderungen anregen.

Wettbewerbe oder ähnliche Angebote im energetischen Umfeld als motivationssteigernde Aktionen zu integrieren, kann aus Erkenntnissen nach E. L. Vine & Jones (2015) als zielführend angenommen werden. Die Einflechtung der Möglichkeit zur Teilnahme an Wettbewerben ist daher ein weiterer integraler Bestandteil des Konzepts. Auch diese lassen sich je nach Teilnehmergruppe zu größeren oder individuellen kleineren Wettbewerben dimensionieren und können durch nutzerangepasste Gratifikationen interessante Teilnehmerdynamiken generieren.

Applikationsgestützte Schnittstelle (Interface)

Die zentralen konzeptionellen Eigenschaften und Anforderungen definieren die Basis für die technischen Voraussetzungen und legen hierfür die Rahmenbedingungen fest. Die dafür benötigten Systemkomponenten veranschaulicht Abbildung 3:

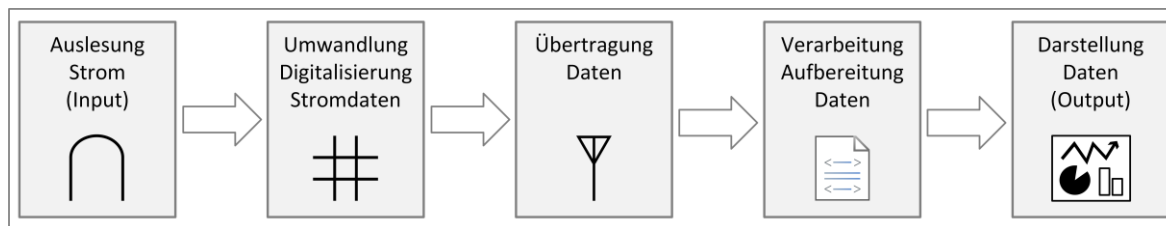


Abbildung 3: Systemkomponenten

1. Auslesung Strom (Input)
2. Umwandlung und Digitalisierung der Stromdaten
3. Übertragung der Daten
4. Verarbeitung und Aufbereitung der Daten
5. Darstellung und Visualisierung der Daten (Output)

Das Konzept erweitert die bisherigen Ansätze zur Reduzierung des Stromverbrauchs um den Aspekt der Nutzersensibilisierung. Der Ansatz basiert auf einen stärkeren Einbezug des Menschen und nicht auf einer algorithmenbasierten Lösung von Geräten.

Diskussion und Ausblick

Welche technischen Aspekte innerhalb der einzelnen Teilbereiche der Systemkomponenten zu beachten sind, stehen in den nächsten Schritten zur Diskussion. Welche Messmethodik ist sinnvoll? Welche Digitalisierungsschnittstellen genügen den Anforderungen des Konzepts? Welche Methodik der Datenübertragung, Verarbeitung und Aufbereitung der Daten eignet sich für die interaktive Darstellung? Das Konzept und dessen Anforderungen sind anschließend auf eine entsprechende Applikation zu übertragen und in Form eines geeigneten Prototyps aufzubauen. Neben den konzeptionellen und technischen Eckpunkten müssen darüber hinaus monetäre Abwägungen eine angemessene Beachtung finden, um damit einhergehende Kosten auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Bei der Auswahl der Systemkomponenten sollte daher, wenn möglich auf etablierte technische Standards zurückgegriffen werden. Diesbezüglich sind weitere Erprobungen notwendig.

Zusammenfassung

Differenzierte Betrachtungen unter Einbezug der Menschen als Energienutzer und deren Verhaltensweisen eröffnen neue Herangehensweisen und Anforderungen in der Ausschöpfung von Möglichkeiten, den Stromverbrauch in Haushalten zu reduzieren. Das Konzept zielt darauf ab, den Menschen zu erreichen, diesen im Umgang mit der Ressource Strom zu sensibilisieren und entsprechend

zu aktivieren. Hierfür wird die Stromnutzung anhand von leicht nachvollziehbaren natürlichen Maßstäben, Vergleichen, Äquivalenzen und der Schaffung von Wettbewerbsangeboten nutzerorientiert aufbereitet und visualisiert. Jeweilige energetische Fingerabdrücke im Nutzerverhalten sollen erkennbar werden. Verbrauchsintensive Geräte oder auch „schlechte“ Gewohnheiten sollen durch die Schaffung von interaktiven Anreizen zudem zu Verhaltensänderungen anregen. Erforderliche Kriterien, Handlungsfelder und Stellgrößen hinsichtlich der Entwicklung einer entsprechenden applikationsgestützten Schnittstelle (Interface) werden aufgezeigt. Der Ansatz stellt eine Ergänzung dar, neben den aktuellen Trends auf Geräteebene, das heißt von algorithmierten und automatisierenden Ansätzen im Smarthome Bereich, die Potenziale zur Einsparung von Strom *nutzerfokussiert* anzusprechen und dementsprechend zu erhöhen.

Literatur

- Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9-10), 1082–1095. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.03.003>
- Allcott, H. & Rogers, T. (2014). The Short-Run and Long-Run Effects of Behavioral Interventions: Experimental Evidence from Energy Conservation. *American Economic Review*, 104(10), 3003–3037. <https://doi.org/10.1257/aer.104.10.3003>
- Ayres, I., Raseman, S. & Shih, A. (September 2009). *Evidence from Two Large Field Experiments that Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage* (Nr. 15386). Cambridge, MA. [www.nber.org](http://www.nber.org/papers/w15386). <http://www.nber.org/papers/w15386> <https://doi.org/10.3386/w15386>
- dpa-infocom (9. März 2022). Energie: Von der Leyen fordert Bürger zum Energiesparen auf. *Süddeutsche Zeitung*(dpa:220309-99-444687/2). <https://www.sz.de/dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-220309-99-444687>

- Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K. A. & Laitner, S. (June 2010). *Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Household Electricity-Saving Opportunities*. Report Number E105. Washington, D.C. <https://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/e105.pdf>
- Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, Amtsblatt der Europäischen Union (2018 & i.d.F.v. 30.05.2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844>
- Faruqui, A., Sergici, S. & Sharif, A. (2010). The impact of informational feedback on energy consumption—A survey of the experimental evidence. *Energy*, 35(4), 1598–1608. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.07.042>
- Fischer, C. (2007). Chapter 31: Consumer Feedback: a Helpful Tool for Stimulating Electricity Conservation? A Review of Experience. In SCORE! Sustainable Consumption Research Exchange (Hrsg.), *Proceedings: SCP cases in the field of Food, Mobility, and Housing: Workshop of the Sustainable Consumption Research Exchange (SCORE!) Network on Monday 4 and Tuesday 5 June 2007* (S. 503–522). http://www.score-network.org/files/9594_Proceedings_worshop.07.pdf Proceedings: SCP cases in the field of Food, Mobility, and Housing; Workshop of the Sustainable Consumption Research Exchange (SCORE!) Network on Monday 4 and Tuesday 5 June 2007.
- Houde, S., Todd, A., Sudarshan, A. & Carrie Armel, K. (2013). Real-time Feedback and Electricity Consumption: A Field Experiment Assessing the Potential for Savings and Persistence. *The Energy Journal*, 34(1), 87–102. <https://doi.org/10.5547/01956574.34.1.4>
- Karlin, B., Zinger, J. F. & Ford, R. (2015). The effects of feedback on energy conservation: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 141(6), 1205–1227. <https://doi.org/10.1037/a0039650>
- OBB. (September 2017). *e% - Energieeffizienter Wohnungsbau: Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Modellvorhabens*. Projektevaluation. München.
- Vine, D., Buys, L. & Morris, P. (2013). The Effectiveness of Energy Feedback for Conservation and Peak Demand: A Literature Review. *Open Journal of Energy Efficiency*, 02(01), 7–15. <https://doi.org/10.4236/ojee.2013.21002>
- Vine, E. L. & Jones, C. M. (May 2015). *A Review of Energy Reduction Competitions: What Have We Learned?* Berkeley. California Institute for Energy and Environment, University of California. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4357.0080>