

Die Wirkung von Feedback und Goal Setting auf den Energieverbrauch von Privathaushalten – Eine Meta-Analytische Untersuchung

Tobias Weiß¹, Madlen Diesing¹ und Marco Krause¹

Abstract: Der Energieverbrauch von Privatkunden ist bisweilen intransparent. Mit dem Ausbau intelligenter Gebäudetechnologien in Smart Homes geht auch der verstärkte Einsatz von Feedbacksystemen einher. Diese sollen die Transparenz des Verbrauchs erhöhen und somit die Einsparung wertvoller Ressourcen unterstützen. Im Rahmen der Untersuchung erfolgt eine Analyse und Systematisierung von Studien und Pilotprojekten rund um die Themen Feedback bzw. Goal-Setting sowie eine Beurteilung der Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Das Ziel ist die Schaffung einer Grundlage zum Entwurf eines Entscheidungsunterstützungssystems. Als Ergebnis trat hervor, dass vergangenheitsbezogene Vergleiche und hohe Übermittlungsfrequenzen des Feedbacks besonders relevante Elemente sind. Soziale Vergleiche hingegen haben nur eine begrenzte Wirkung. Gerätespezifische Angaben werden von Nutzern als sehr sinnvoll wahrgenommen, ebenso die Angabe der Verbrauchswerte in Geldeinheiten. Dabei treten zahlreiche Forschungslücken zutage, welchen in nachfolgenden Untersuchungen begegnet werden.

Keywords: feedback, goal setting, decision support, energy intelligence, business intelligence

1 Einleitung

Der Energiewandel ist eines der wichtigsten Themen in den Medien. Diese Diskussionen gehen einher mit vielfältigen technischen Unterstützungsmöglichkeiten, welche zudem einen deutlichen Wandel der Interaktion zwischen Technologie und Nutzer bewirken. In dem Kontext der intelligenten Gebäudetechnologie werden oft Begriffe wie bspw. Smart Meter genannt. Aktuell fanden Untersuchungen mit Smart Metern, zumindest in Deutschland, hauptsächlich in Pilotprojekten statt. Auch aus anderen Ländern sind zahlreiche Informationen bekannt, ebenso wie Datenmaterial von bereits ausgerollten Projekten. Ein Teil dieser Untersuchungen hinterfragt dabei den Mehrwert, der aus den neu entstehenden Datenmengen generiert werden kann. Diese Daten können gewinnbringend ausgewertet werden wie Potentialuntersuchungen aufzeigen. Aber haben die eigentlichen Endkunden der Energie, die Privathaushalte, auch einen realen Nutzen von dieser erhöhten Technisierung? Es eröffnet sich an dieser Stelle ein Spannungsfeld zwischen dem Nutzen der Energieversorger und dem der Konsumenten, welche aus der Interaktion mit neuen intelligenten Gebäudetechnologien hervortreten.

¹ Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik – Business Intelligence Research, Münchner Platz 3, 01187 Dresden, tobias.weiss@tu-dresden.de

1.1 Motivation

Der eingehenden Literaturmeinung folgend, würde dem Nutzer ein Mehrwert durch die Aufbereitung dieser Daten entstehen (vgl. [SSR12], S. 89). Dies erfolgt durch eine Erhöhung der Transparenz des Energieverbrauchs - ein deutlicher Fortschritt zur aktuell bekannten, jährlichen Abrechnung, bei der der Kontext zwischen Ursache und (finanzieller) Auswirkung aufgrund der zeitlichen Diskrepanz verloren geht. Ein zeitnahe Identifizieren und Intervenieren bezüglich kostenintensiver Tätigkeiten wird so durch die verstärkte Interaktion zwischen dem Nutzer und der intelligenten Gebäudetechnologie realisierbar. Weiterhin haben Energieversorgungsunternehmen zu Zeiten eines hohen Wettbewerbs und niedriger Margen ein verstärktes Interesse daran, abseits des Wettbewerbs über einen möglichst niedrigen Preis, Bestandskunden zu halten und Neukunden durch Zusatzangebote zu begeistern (vgl. [We14]). Die Bereitstellung von aktuellen Verbrauchsdaten hat daher unterschiedliche Motivationsgrundlagen und wird in zahlreichen (Pilotprojekt-)Studien umfassend dargestellt.

Im Rahmen einer Voruntersuchung wurde die Unübersichtlichkeit des Forschungsfeldes deutlich. So beschreiben die Studien jeweils nur einen Teilbereich an Darstellungsformen für Feedback und Goal-Setting, in vielen Fällen ohne Hinterfragen der tatsächlichen Eignung (ist bspw. die Darstellung des Verbrauchswertes der letzten Woche in kWh für den Privatkunden verständlich?). Ist der Konsument nicht in der Lage, aus den gebotenen Optimierungsmöglichkeiten eigene Vorteile zu generieren, rekurriert dieser Tatbestand negativ auf die Motivation zur Nutzung solcher intelligenten Technologien. Bereits existente Metastudien behandeln zumeist einen anderen Fokus. Es lassen sich zwar Ableitungen von grundlegenden Darstellungselementen für Entscheidungsunterstützungssysteme vornehmen, diese sind jedoch nicht zugeschnitten auf die Branchendomäne mit speziellen Anforderungen (z.B. geringes Involvement der Anwender aufgrund des Charakters des Produkts „Strom“ als unemotionales, immer identisches Commodity-Produkt). Zum Aufbau eines möglichst optimalen Dashboards für Privatkunden im Rahmen der Entscheidungsunterstützung ist jedoch eine Zerlegung der Darstellung in einzelne Komponenten sowie eine Bewertung der Wirksamkeit hinsichtlich des Einsparziels erforderlich.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Forschungsziel

Das Forschungsziel ist die Entwicklung einer Systematisierung aus Komponenten zur Unterstützung des Entwurfs von Feedback und Goal Setting im Rahmen eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Reduktion des Stromverbrauchs in Privathaushalten. Dabei sollen, im Rahmen eines Erkenntnisziels, vorhandene Gestaltungsmöglichkeiten von Feedback und Goal Setting identifiziert und deren Wirkung auf den Stromverbrauch und die Präferenzen der Nutzer erhoben werden. Im

Rahmen des Gestaltungsziels erfolgt dann eine Systematisierung dieser Gestaltungsmöglichkeiten. Folgende **Forschungsfragen** stehen dabei im Fokus:

1. Welche Elemente existieren zur Gestaltung von Feedback und Goal Setting und können in der Interaktion zwischen dem Nutzer und der intelligenten Technologie einen wirksamen Beitrag zur Reduktion des Stromverbrauchs in Privathaushalten leisten?
2. Welche Präferenzen haben Privatanwender bzgl. identifizierter Elemente?

2.2 Forschungsmethode

Unter der wissenschaftstheoretischen Position des gemäßigten Konstruktivismus durch theoriebasierte Exploration wird die Methode der Literaturanalyse angewendet. Diese ist nach Bonfadelli & Meier als ein Typ der Metaanalyse zu verstehen (vgl. [BM84], S. 539), welche dem Ziel der Synthese und Generalisierung mit analytischem Bezug zu vorhandenem Datenmaterial folgt (vgl. [Co98], S. 106; [Hs88], S. 311 ff.). Der Kritik an der Literaturanalyse („nicht systematische und kaum standardisierte Vorgehensweise“ ([BM84], S. 542)) wird durch ein strukturiertes Vorgehen nach Fettke Rechnung getragen, orientiert an Cooper (vgl. [Fe06], [CH94]). Es handelt sich um eine integrative Literaturrecherche mit dem Ziel der Darstellung des Forschungsstandes und Systematisierung (vgl. [CH94], S. 3). Die Datenextraktion erfolgt dabei in Einzelarbeit, wurde jedoch durch einen weiteren Experten zur Qualitätssicherung begutachtet.

3 Grundlagen

3.1 Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch

Die Gründe für schwankenden Energieverbrauch in Haushalten sind komplex und variieren stark. Anhand der Literatur lassen sich Einflussfaktoren in Gruppen einteilen:

Soziodemografische Faktoren: können nicht variiert werden, tragen aber zur Erklärung der Verbräuche bei (Wohnfläche (vgl. [MC79], S. 170), Haustyp (vgl. [GAL13], S. 737), Bewohneranzahl (vgl. [MC79], S. 170), Alter (vgl. [Mo05], S. 271), Einkommen (vgl. [GAL13], S. 737) und Bildung (vgl. [GAL13], S. 738))

Energiepreise (vgl. [GAL13], S. 737)

Psychologische Faktoren: Beeinflussbar durch Feedback und Goal Setting (Interesse und Einstellung (vgl. [LST13], S. 1315), Motivation (intrinsisch (vgl. [KW12], S. 51) / extrinsisch (vgl. [SBD14], S.104), kulturelle und soziale Normen (vgl. [LST13], S. 1315), Wissen (vgl. [Kr13]) und Bewusstsein (vgl. [CH13], S. 9))

Die Reduktion des Stromverbrauchs im Haushalt lässt sich durch eine Änderung des gewohnheitsmäßigen oder kaufbezogenen Verhaltens bewirken. Unter **gewohnheitsmäßiges Verhalten** versteht man alltägliche Aktivitäten im Haushalt, z.B. das Ausschalten des Lichts in ungenutzten Räumen. **Kaufbezogenes Verhalten** bezieht sich bspw. auf den Neuerwerb eines effizienteren Kühlgerätes. Diese Handlungen erfordern finanzielle und technische Ressourcen, sind daher mittel- bis langfristiger Natur (vgl. [BGF05], S. 1425f). Beide Komponenten können über die Instrumente Feedback und Goal Setting angesprochen werden.

3.2 Feedback und Goal Setting

Feedback definiert sich als eine Handlung, bei der jemandem von einer externen Quelle Informationen über die Erfüllung einer bestimmten Aufgabe bereitgestellt werden (vgl. [KD96], S. 255). Im konkreten Fall werden den Haushalten vom Energieversorger bzw. Gebäudeinformationssystem Informationen über den eigenen Stromverbrauch bereitgestellt.

Ziele hingegen stellen einen Bezugspunkt dar, der zur Bewertung der Informationen dient, die durch Feedback zur Verfügung gestellt werden. Daraus geht hervor, dass **Goal Setting** nicht allein, sondern immer in Kombination mit Feedback angewendet werden muss. Nur so kann der Nutzer erkennen, in welche Richtung er sich relativ zum Ziel entwickelt (vgl. [MM02], S. 591). Dabei wird unterschieden in implizite und explizite Ziele (vgl. [SBD14], S.100). Die Systematisierung der Studien bezieht sich ausschließlich auf die Wirksamkeit von expliziten Zielen, bei denen ein konkreter Wert der Einsparung vorgegeben wird. Explizite Ziele sind im Rahmen der Zielerreichung des Performance Managements direkt messbar, was bei impliziten Zielen, die vom Nutzer determiniert und ohne Dokumentation kontrolliert werden, nicht der Fall ist (vgl. [SBD14], S. 104).

Die vorgestellten Komponenten Feedback sowie Goal Setting sollen dabei folgende **Funktionen** erfüllen: Aufmerksamkeit erregen (vgl. [GT11], S. 142), Wissen erhöhen (vgl. [HV89], S. 99; [GS96], S. 83), Zielerreichung dokumentieren (vgl. [HV89], S. 99; [GS96], S. 83) und Einstellungen beeinflussen (vgl. [HV89], S. 99; [GS96], S. 88).

4 Vorgehen der systematischen Literaturrecherche

4.1 Planung

Folgende Suchbegriffe wurden aus dem Forschungsziel abgeleitet:

Tab. 1: Suchbegriffe (eigene Darstellung)

Kategorie	Thema	Zielgruppe	Ziel I	Ziel II	Instrumente
	Energie	Private Haushalte	Verringerung des Stromverbrauchs	Nutzerpräferenzen	Feedback Goal Setting
Begriffe	*energy*	household*	consum*	prefer*	feedback
		residential*	saving*	favor*	“goal setting”
		domestic*	conserv*		“goal-setting”
		home*	reduc*		

Die Kategorien wurden mit AND verknüpft, die Suchbegriffe innerhalb einer Kategorie mit OR, nach folgendem Schema: *Thema AND Zielgruppe AND Ziel I / II AND Instrument => Feedback / Goal Setting*. Die Kombinationen wurden in den Datenbanken *Scencedirect* sowie *EBSCO Host Academic Search Complete* angewendet. Weiterhin wurden die Literaturverzeichnisse der aktuellsten Studien (Ende Jahr 2013) aufgrund der aktuellen Entwicklung per Rückwärtssuche ausgewertet.

4.2 Ausschluss- und Qualitätskriterien

Zur Filterung der Suchergebnisse wurden folgende Ausschluss- und Qualitätskriterien aus den Forschungsfragen entwickelt:

Ausschlusskriterien:

Die Studie untersucht weder die Wirkung einer Intervention auf den Energieverbrauch noch Nutzerpräferenzen.

Die untersuchte Zielgruppe der Studie sind **keine privaten Haushalte** (z.B. Verhalten am Arbeitsplatz oftmals gänzlich verschieden (vgl. [Ab05], S. 274)).

Das Ziel der Studie ist die **Verschiebung des Energieverbrauchs** auf andere Tageszeiten (Lastverlagerung ist weder zielführend zur Reduktion des Gesamtverbrauchs (vgl. [Fi08], S. 87) noch vorteilhaft für den Haushalt (vgl. [SSR12], S. 210)).

Die betrachteten Instrumente sind **nicht Feedback und/oder Goal Setting**.

Die Studie ist **keine Primärstudie** und sie ist nicht im **Volltext** verfügbar.

Die Studie ist **nicht in den Sprachen Deutsch oder Englisch** verfasst.

Die Studie untersucht **nicht die Energieart Strom** (Haushalte reagieren bei unterschiedlichen Energiearten verschieden (vgl. [Hu86], [Mi83])).

Qualitätskriterien:

Teilnahme an der Studie: freiwillig vs. nicht freiwillig (bei ausschließlich freiwilliger Teilnahme ohne zufallsbasierten Stichprobenverfahren der Haushalte besteht die Gefahr, dass die Ergebnisse nicht repräsentativ sind (vgl. [Da13], S. 402))

Aufteilung der Teilnehmer auf verschiedene Untersuchungsgruppen: zufällig vs. nicht zufällig (nicht zufällige Zuteilungen können zu strukturellen Unterschieden führen, die Effekte auf das Ergebnis haben können (vgl. [Da13], S. 402))

Abgangsrate (als Abgangsrate wird die Zahl der Haushalte betrachtet, die nicht bei der Auswertung der Studie berücksichtigt wurden (vgl. [Da13], S. 403))

Vorhandensein **statistischer Analyse** (Prüfen der Ergebnisse auf Signifikanz um einen Zufall auszuschließen (vgl. [Ki04], S. 15))

Nutzung einer **Kontrollgruppe** (Ausschluss von Zeitdauereffekte (vgl. [Hü05], S. 161))

4.3 Datenextraktion und Datensynthese

In Anlehnung an [Ki04] wurden folgende Daten extrahiert und dokumentiert:

Quantitative Studien:

Eigenschaften: Autor, Jahr, Name, Land, Art der Studie, Aufbau, Energieart

Rahmenbedingungen: Dauer, Eigenschaften der Teilnehmer, Zahlungsmodalitäten, Teilnehmerzahl

Eigenschaften Instrumente: Medium, Übermittlungsfrequenz, Eigenschaften Feedback, Eigenschaften Goal Setting

Ergebnisse und Qualität: Einsparungen, Signifikanz, Qualitätskriterien 1-5

Präferenzstudien (Untersuchung von Nutzerpräferenzen)

Eigenschaften: Autor, Jahr, Name, Land, Untersuchungsmethode, Energieart

Rahmenbedingungen: Eigenschaften der Teilnehmer, Teilnehmerzahl

Im Rahmen der Datensynthese werden die Ergebnisse aller Studien auf qualitativem Weg mittels einer Kategorisierung der Gestaltungsmöglichkeiten von Feedback und Goal Setting zusammengeführt. Mithilfe der quantitativen Studien erfolgt im nächsten Schritt eine Bewertung der Eignung hinsichtlich des Ziels der Reduktion des Stromverbrauchs, sowie eine Integration der Hauptaussagen der Präferenzstudien.

5 Auswertung der systematischen Literaturrecherche

Die initiale Suche ergab 252 Ergebnisse. Nach einer Bereinigung von Duplikaten verblieben 191 Studien, die anhand der Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 4.2) auf Eignung geprüft wurden. Nach der Filterung verblieben 23 Studien. Die Auswertung der Literaturverzeichnisse ergab 35 weitere, relevante Studien. Es ergab sich final eine Anzahl von **58 Studien**, die der Inhaltsanalyse zugeführt wurden.

Von den 58 Studien messen **38 Studien quantitativ** die Auswirkungen von Feedback und Goal Setting. Im Rahmen der in Kapitel 4.3 beschriebenen Datenextraktionsschritte wurden alle verfügbaren Informationen entnommen und dokumentiert. **21 Studien** befragen die Nutzer nach Ihren Wünschen und Vorlieben und stellen damit die in Kapitel 4.3 benannten Präferenzstudien dar. Eine Studie untersucht beide Themengebiete und ist demnach doppelt aufgeführt.

Die Qualität der quantitativen Experimente variiert stark. Als wichtigste Qualitätskriterien wurden die Kriterien 4 (Vorhandensein statistischer Analyse) und 5 (Kontrollgruppe) festgelegt. Studien, die diese Kriterien nicht erfüllen, wurden von weiteren Betrachtungen ausgeschlossen. Dies hat zum Ausschluss von fünf Studien geführt. Von den 33 Studien untersuchen nur 16 systematisch die unterschiedlichen Wirkungen einzelner Gestaltungsmöglichkeiten. Systematisch bedeutet hier, dass ein Element unter sonst gleichen Bedingungen variiert wurde.

Die Daten der verbliebenen Studien wurden extrahiert und die Ergebnisse für jedes in Kapitel 4.3 aufgeführte Merkmal übersichtlich in einer Tabelle dokumentiert. Aufgrund der Reichhaltigkeit der Informationen wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Darstellung verzichtet, da im Fokus der Publikation die Feedback- und Goal-Setting-Elemente stehen.

6 Datensynthese: Die Elemente von Feedback und Goal Setting

6.1 Systematische Übersicht

Wie in der vorliegenden Studie bereits erwähnt, ist eine Anwendung von Goal Setting ohne Feedback nicht sinnvoll. Dies wurde durch die Studie von Becker (vgl. [Be78]) bestätigt. Demnach findet eine Integration von Goal Setting in den Gesamtkontext von Feedback statt. Die Gesamtheit wird fortan als Feedbacksystem bezeichnet. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine systematische Übersicht der identifizierten Elemente, wobei eine Untergliederung in obligatorische und optionale Elemente vorgenommen wurde. Obligatorische Elemente müssen in jedem Feedbacksystem auftauchen, sind jedoch von den gewählten Ausprägungen der optionalen Elemente abhängig.

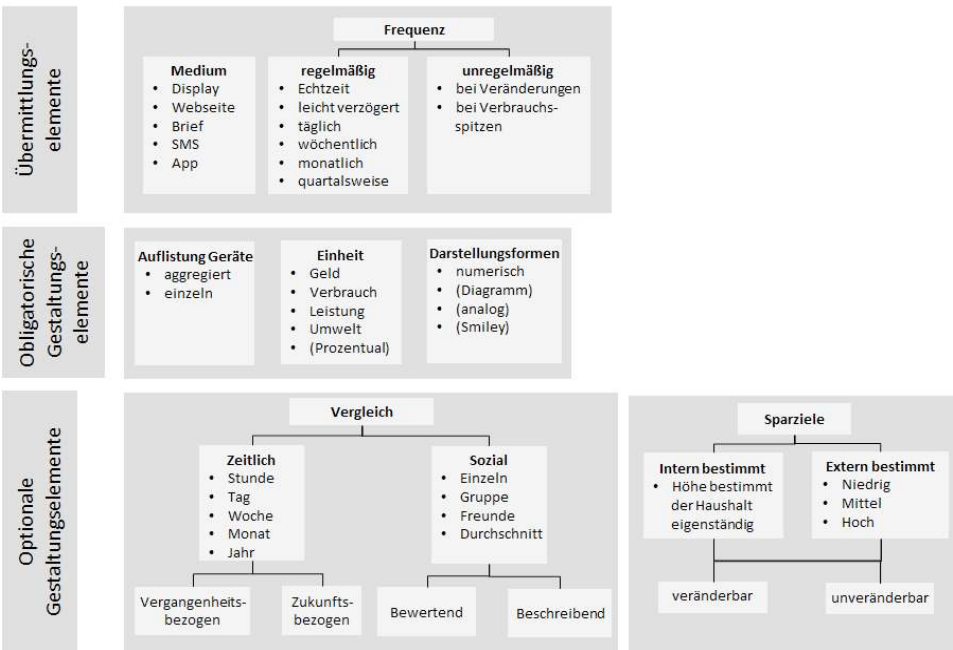


Abb. 1: Systematische Übersicht der Elemente eines Feedbacksystems (eigene Darstellung)

6.2 Erläuterungen zu den Kategorien und Elementen

Tabelle 2 beschreibt die Aussagen der zur strukturierten Analyse herangezogenen Literaturquellen. Dabei erfolgt eine Aufteilung in die drei Schichten der Elemente des Feedbacksystems: optionale, obligatorische Gestaltungselemente sowie Übermittlungselemente.

Tab. 2: Beurteilung der optionalen Gestaltungselemente des Feedbacksystems

Optionale Gestaltungselemente		Beurteilung
Zeitliche Vergleiche	Zukunfts-bezogen	- Hypothese: verbrauchsmindernde Wirkung (vgl. [GAL13]) - Keine systematischen Untersuchungen vorhanden, Forschungsbedarf erforderlich

	Vergangenheitsbezogen	• verbrauchsmindernde Wirkung (vgl. [Fi08], S. 101) • Nutzerpräferenzen stark ausgeprägt (vgl. [BDR12], S. 392; [Ka11], S. 466; [AW09], S. 3; [PSW09], S. 2851; [RHH04], S. 4) • möglichst detaillierte Vergleiche (vgl. [GAL13])
Soziale Vergleiche	Beschreibend	• Keine Auswirkung, positive Effekte gleichen sich mit negativen Effekten aus (Animation von Geringverbrauchern zur Steigerung des Verbrauchs durch Vergleich) (vgl. [Sc07], S. 430; [Fi08], S. 101; [SLL11]) • verbrauchsmindernde Wirkung bei zusätzlicher Integration von bewertenden und beschreibenden Elementen (zur Beibehaltung einer positiven Tendenz) (vgl. [Sc07], [SLL11], [Al11])
	Bewertend	• Nutzerentscheidung über Verwendung abgr. unterschiedlicher Präferenzen (Zustimmung: [FS09], S. 41, Ablehnung: [RHH04], S. 4, Allg. Skepsis: [FS09], S. 41, [RHH04], S. 14, [Pe11], S. 28)
Ziele	Extern vorgegeben	• Goal Setting als essentielles Element eines Feedbacksystems (vgl. [MM02]) • Höhe des Ziels hat einen Einfluss auf die Wirksamkeit: verbrauchsmindernde Wirkung bei Vorgabe von 15-20% (vgl. [MM02], [LST13], [Be78])
	Selbst gewählt	• verbrauchsmindernde Wirkung bei Selbstvorgabe (vgl. [LST13]) • Nutzerentscheidung über Verwendung, aufgrund unterschiedlicher Präferenzen (Hilfreich: [BDR12], S. 393; [AW09], S. 3; Ablehnung: [FS09], S. 42)

Tab. 3: Beurteilung der obligatorischen Gestaltungselemente des Feedbacksystems

Obligatorische Gestaltungselemente	Beurteilung
---	--------------------

Auflistung elektronischer Geräte	- Forderungen in den Studien sowie Nutzerpräferenzen bezüglich gerätespezifischer Auflistung vorhanden (vgl. [Fi08]; [BDR12], S. 392; [VWD12], S. 99; [We12], S. 662; [Ka11], S. 466) - aggregierte Anzeige afgr. Komplexität jedoch ausreichend (vgl. [FS09], S. 41; [Pi10], S. 247) und durch Studien belegt (vgl. [GAL13], [Al11]) - Forschungsbedarf erforderlich (aggregierte Darstellung vs. gerätespezifische Darstellung)
Einheiten	- Nutzerpräferenz: Darstellung in Geldeinheiten (vgl. [Kr13], S. 457; [Ka11], S. 466; [AW09], S. 3; [FS09], S. 40) - Geldeinheiten mit hohem Detailgrad vermeiden (Wirkung der Geringhaftigkeit der Einsparungen) (vgl. [FS09], S. 40; [WOV11], S. 151; [Ka11], S. 466) - Verbrauchs (kWh)- und Umwelteinheiten (CO₂) ergänzend (vgl. [AW09], S. 3; [FS09], S. 40) - Forschungsbedarf bzgl. Wirkung der Einheiten auf das Verständnis und die Einsparungen erforderlich
Darstellungsformen	- detaillierte numerische Werte (keine Geldeinheiten), ergänzt um Smileys oder analoge Darstellung ([Al11]; [BDR12], S. 393; [FS09], S. 42; [GAL13]) - Geschlechterspezifische Unterschiede (Männer: Tendenz zu konkreten Daten, Frauen: Ampelfarben) (vgl. [St08], S. 14) - Einfachheit der Darstellung (vgl. [HNB10], S. 6118) - Keine konkreten Aussagen zu Darstellungsformen oder allgemeinen Konsens: Forschungsbedarf

Tab. 4: Beurteilung der Übermittlungselemente des Feedbacksystems (eigene Darstellung)

Übermittlungs- elemente		Beurteilung
Frequenz	regelmäßig	besonders starke verbrauchsmindernde Wirkung bei hoher Frequenz (vgl. [Fi08], S. 97; [Ab05], S. 281; [GAL13]; [Al11])
	unregelmäßig	- ergänzende Übermittlung bei Verbrauchsspitzen kann hilfreich sein (vgl. [FS09], S. 40) - Kombination einer wählbaren Frequenz mit Benachrichtigungsfunktionen (vgl. [Gl10])

Medium	• elektronische Medien um hohe Übermittlungsfrequenz abzubilden (vgl. [Fi08]) • Medium muss präsent sein (z.B. Display, vgl. [Ke11], S. 70) • Webseite: Gefahr des „Vergessen-Werdens“ (vgl. [Ke11], S. 70), dennoch beliebt (vgl. [FS09], S. 43; [BDR12], S. 393)
---------------	--

7 Fazit

Es ist zunächst anzumerken, dass Goal Setting als ein Element des Feedbacksystems identifiziert wurde. Dieses sowie alle weiteren Elemente und deren Ausprägungen wurden im Kapitel 6 erläutert. Die sich ergebende Systematisierung ist in Abbildung 1 ersichtlich.

Elemente, die einen wirksamen Beitrag zur Reduktion des Stromverbrauchs in Privathaushalten leisten können, wurden mit den tabellarischen Zusammenfassungen der Auswertungen im Rahmen der Forschungsarbeit in Kapitel 6.2 aufgezeigt. Besonders hervorzuheben sind dabei detaillierte vergangenheitsbezogene Vergleiche sowie eine hohe Übermittlungsfrequenz über elektronische Medien. Soziale Vergleiche sowie Ziele können ebenfalls verbrauchsreduzierende Wirkung haben, sind aber mit Hinblick auf die Nutzerpräferenzen mit Vorsicht zu betrachten. Während der Beurteilung wurde auf die Eignung im Zusammenhang mit anderen Elementen hingewiesen. Dies betrifft bspw. die detaillierte numerische Darstellung, die jedoch nicht in Geldeinheiten erfolgen sollte. Weiterhin sind im sozialen Vergleich beschreibende und bewertende Elemente erforderlich. Auch der Zusammenhang zwischen Übermittlungsfrequenz und -medium wurde herausgestellt.

Die Präferenzen von Privatanwendern liegen bei vergangenheitsbezogenen Vergleichen, gerätespezifischen Angaben, Anzeigen in Geldeinheiten sowie hohen Übermittlungsfrequenzen. Bei sozialen Vergleichen, Zielen und Übermittlungsmedien ist jedoch auf die unterschiedlichen Vorlieben der Nutzer hinzuweisen.

Bei der Systematisierung und Beurteilung der Elemente ist stellenweise ein starker Forschungsbedarf aufgefallen, obwohl bereits zahlreiche Studien die Auswirkungen von Feedbacksystemen auf den Energieverbrauch untersuchen. Diese Forschungslücken sollen in nachfolgenden Studien eingehender untersucht werden, wobei einige Fragestellungen nur durch tatsächliche, quantitative Pilotprojekte zu untersuchen sind. Weiteres Ausbaupotential liegt in der Betrachtung weiterer Energiearten. So können z.B. zusätzliche Einsparungen im Gasverbrauch erreicht werden. Denn nur eine ganzheitliche Effizienzsteigerung bei der Nutzung aller Energieressourcen kann bei der Reduktion des Kohlenstoffdioxidausstoßes zielführend sein und bringt einen volkswirtschaftlichen Mehrwert.

Mit der vorliegenden Arbeit konnte dennoch ein wichtiger Schritt zur Systematisierung

des teilweise unübersichtlichen und in jeweils unterschiedlichen Facetten betrachtenden Literaturbestandes getan werden. Diese Analyse dient somit als Grundstein zur Konstruktion und Evaluierung eines prototypischen Entscheidungsunterstützungssystems für Privathaushalte, welches die Präferenzen und Kompetenzen der Anwender möglichst gut mit den nutzenversprechenden Elementen eines Feedbacksystems verbinden soll. Dabei gilt es noch anzumerken, dass die an die Kompetenzen des Verbrauchers angepasste Darstellung der Verbrauchsoptimierung, sowie der in Aussicht gestellte Nutzen, hierbei als Schlüsselfaktoren für ein Feedbacksystem fungieren. Diese akzentuieren die resultierenden Vorteile für den Endverbraucher und dadurch die intelligente Technologie in Gebäuden, sie legitimieren damit die verbundene Technik-Nutzer-Interaktion aus Verbrauchersicht.

Literaturverzeichnis

- [Ab05] Abrahamse, W.; Steg, L.; Vlek, C.; Rothengatter, T.: A review of intervention studies aimed at household energy conservation. In: *Journal of Environmental Psychology* 25 (3), S. 273–291, 2005.
- [Al11] Allcott, H.: Social norms and energy conservation. In: *Journal of Public Economics* 95 (9-10), S. 1082–1095, 2011.
- [AW09] Anderson, W.; White, V.: Exploring consumer preferences for home energy display functionality. Online verfügbar unter <http://ecoeye.co.uk/academic/CSE-Report.pdf>, zuletzt geprüft am 14.11.2013, 2009.
- [BDR12] Bonino, D.; Corno, F.; Russis, L.: Home energy consumption feedback: A user survey. In: *Energy and Buildings* 47, S. 383–393, 2012.
- [Be78] Becker, L. J.: Joint effect of Feedback and Goal Setting on Performance. In: *Journal of Applied Psychology* 63 (4), S. 428–433, 1978.
- [BGF05] Barr, S.; Gilg, A. W.; Ford, N.: The household energy gap. In: *Energy Policy* 33 (11), S. 1425–1444, 2005.
- [BM84] Bonfadelli, H.; Meier, W.: Meta-Forschung in der Publizistikwissenschaft. In: *Rundfunk und Fernsehen* 32. Jg. H. 4, S. 537–550, 1984.
- [Ch13] Chiang, T.; Mevlevioglu, G.; Natarajan, S.; Padget, J.; Walker, I.: Inducing [sub]conscious energy behaviour through visually displayed energy information. Accepted Manuscript. In: *Energy and Buildings*, 2013.
- [CH94] Cooper, H.; Hedges, L. V.: Research Synthesis As a Scientific Enterprise. In: Harris Cooper; Larry V. Hedges (Hrsg.): *The Handbook of Research Synthesis*. New York, S. 3–14, 1994.
- [Co98] Cooper, H.: *Synthesizing Research. A Guide for Literature Reviews*. 3. Aufl. Thousand Oaks, London, 1998.
- [Da13] Davis, A.; Krishnamurti, T.; Fischhoff, B.; Bruine de Bruin, W.: Setting a standard for electricity pilot studies. In: *Energy Policy* 62, S. 401–409, 2013.

- [DBH10] van Dam, S. S.; Bakker, C. A.; van Hal, J. D. M.: Home energy monitors: impact over the medium-term. In: *Building Research & Information* 38 (5), S. 458–469, 2010.
- [Fe06] Fettke, P.: Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik* (4), S. 257–266, 2006.
- [Fi08] Fischer, C.: Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? In: *Energy Efficiency* 1 (1), S. 79–104, 2008.
- [FS09] Fitzpatrick, G.; Smith, G.: Technology-Enabled Feedback on Domestic Energy Consumption. In: *IEEE Pervasive Comput.* 8 (1), S. 37–44, 2009.
- [GAL13] Gans, W.; Alberini, A.; Longo, A.: Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption. In: *Energy Economics* 36, S. 729–743, 2013.
- [GI10] Glerup, M.; Larsen, A.; Leth-Petersen, S.; Tøgeby, M.: The effect of feedback by Text Message (SMS) and Email on Household Electricity Consumption. In: *Energy Journal* 31 (3), S. 113–132, 2010.
- [GS96] Gardner, G. T.; Stern, P. C.: *Environmental problems and human behavior*. Boston: Allyn and Bacon, 1996.
- [GT11] Grønhoj, A.; Thøgersen, J.: Feedback on household electricity consumption. In: *International Journal of Consumer Studies* 35 (2), S. 138–145, 2011.
- [HNB10] Hargreaves, T.; Nye, M.; Burgess, J.: Making energy visible. In: *Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy* 38 (10), S. 6111–6119, 2010.
- [Hs88] Hsia, H. J.: *Mass Communications Research Methods: A Step-by-Step Approach*. Hillsdale, New Jersey, Hove, London: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [Hü05] Hübner, O.: *Einführung in die empirische Wirtschaftsforschung. Probleme, Methoden und Anwendungen*. München: Oldenbourg, 2005.
- [Hu86] Hutton, R. B.; Mauser, G. A.; Filiatrault, P.; Ahtola, O. T.: Effects of Cost-Related Feedback on Consumer Knowledge and Consumption Behavior. In: *Journal of Consumer Research* (13), S. 327–336, 1986.
- [HV89] van Houwelingen, J. H.; Van Raaij, W. F.: The Effect of Goal-Setting and Daily Electronic Feedback on In-Home Energy Use. In: *Journal of Consumer Research*. Jun89, Vol. 16 Issue 1, 16 (1), S. 98–105, 1989.
- [Ka11] Karjalainen, S.: Consumer preferences for feedback on household electricity consumption. In: *Energy & Buildings* 43 (2/3), S. 458–467, 2011.
- [KD96] Kluger, A. N.; DeNisi, A.: The effects of feedback interventions on performance. In: *Psychological Bulletin* 119 (2), S. 254–284, 1996.
- [Ke11] Kerrigan, D. J.; Gamberini, L.; Spagnoli, A.; Jacucci, G.: Smart meters: A users' view. In: *PsychNology Journal* 9 (1), S. 55–72, 2011.
- [Ki04] Kitchenham, B.: *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University, zuletzt geprüft am 13.12.2013, 2004.
- [Kr13] Krishnamurti, T.; Davis, A. L.; Wong-Parodi, G.; Wang, J.; Canfield, C.: Creating an in-home display. In: *Applied Energy* 108, S. 448–458, 2013.

- [KW12] Kua, H. W.; Wong, S. E.: Lessons for integrated household energy conservation policies from an intervention study in Singapore. In: *Energy Policy* 47, S. 49–56, 2012.
- [LST13] Loock, C.-M.; Staake, T.; Thiesse, F.: Motivating Energy-Efficient Behavior with Green IS. In: *MIS Quarterly* 37 (4), S. 1313–1322, 2013.
- [MC79] McClelland, L.; Cook, S. W.: Energy Conservation Effects of Continuous In-Home Feedback in All-Electric Homes. In: *Journal of Environmental Systems* 9 (2), S. 169–173, 1979.
- [Mi83] Midden, C. J. H.; Meter, J. F.; Weenig, M. H.; Zieverink, H. J. A.: Using feedback, reinforcement and information to reduce energy consumption in households. In: *Journal of Economic Psychology* 3 (1), S. 65–86, 1983.
- [MM02] McCalley, L.T; Midden, C. J.H.: Energy conservation through product-integrated feedback. In: *Journal of Economic Psychology* 23 (5), S. 589–603, 2002.
- [Mo05] Moll, H. C.; Noorman, K. J.; Kok, R.; Engström, R.; Throne-Holst, H.; Clark, C.: Pursuing More Sustainable Consumption by Analyzing Household Metabolism in European Countries and Cities. In: *Journal of Industrial Ecology* 9 (1-2), S. 259–275, 2005.
- [Pe11] Petkov, P.; Köbler, F.; Foth, M.; Krcmar, H.: Motivating domestic energy conservation through comparative, community-based feedback in mobile and social media. In: Marcus Foth, Jesper Kjeldskov und Jeni Paay (Hg.): *the 5th International Conference on Communities and Technologies*. Brisbane, Australia, 02.07.2011, S. 21–30, 2011.
- [Pi10] Pierce, J.; Fan, C.; Lomas, D.; Marcu, G.; Paulos, E.: Some consideration on the (in)effectiveness of residential energy feedback systems. In: Olav W. Bertelsen und Peter Krogh (Hg.): *the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems*. Aarhus, Denmark, S. 244–247, 2010.
- [PSW09] Petersen, D.; Steele, J.; Wilkerson, J.: WattBot: A residential Electricity Monitoring and Feedback System. In: Dan R. Olsen, Richard B. Arthur, Ken Hinckley, Meredith Ringel Morris, Scott Hudson und Saul Greenberg (Hg.): *the 27th international conference extended abstracts of human factors in Computing Systems*. Boston, MA, USA, S. 2847–2852, 2009.
- [RHH04] Roberts, S.; Humphries, H.; Hyldon, V.: Consumer Preferences for Improving Energy Consumption Feedback. Centre for Sustainable Energy. Online verfügbar unter <https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/58008/8144-consumerfdbakpref.pdf>, zuletzt geprüft am 15.11.2013, 2004.
- [SBD14] Seligman, C.; Becker, L. J.; Darley, J. M.: Encouraging Residential Energy Conservation Through feedback. In: A. Baum, J. E. Singer und Jerome L. Singer (Hg.): *Advances in Environmental Psychology. Volume 3: Energy Conservation, Psychological Perspectives*. Hoboken: Taylor and Francis, S. 93–113, 2014.
- [Sc07] Schultz, P. W.; Nolan, J. M.; Cialdini, R. B.; Goldstein, N. J.; Griskevicius, V.: The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. In: *Psychological Science* 18 (5), S. 429–434, 2007.
- [SLL11] Staake, Thorsten; Landwehr, Jan; Loock, Claire-Michelle: Green IS Design and Energy Conservation: An Empirical Investigation of Social Normative Feedback. In:

- 32nd International Conference on Information Systems. Shanghai, S. 1–15. Online verfügbar unter <http://aisel.aisnet.org/icis2011/proceedings/humanbehavior/10>, 2011.
- [SSR12] Servatius, H.-G.; Schneidewind, U.; Rohlfing, D.: Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [St08] Strengers, Y.: Smart metering demand management programs: challanging the comfort and cleanliness habitus of households. In: Nic Bidwell (Hg.): the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction: Designung for Habitus and Habitat. Cairns, Australia, S. 9–16, 2008.
- [VWD12] Vassileva, I.; Wallin, F.; Dahlquist, E.: Understanding energy consumption behavior for future demand response strategy development. In: Energy 46 (1), S. 94–100, 2012.
- [We12] Weiss, M.; Staake, T.; Mattern, F.; Fleisch, E.: PowerPedia: changing energy usage with the help of a community-based smartphone application. In: Personal & Ubiquitous Computing 16 (6), S. 655–664, 2012.
- [We14] Weiß, T: Potentiale von Business Intelligence für innovative Zusatzdienste mit Daten aus dem Smart Metering. In: 13. Symposium Energieinnovation, Graz, S. 296-297, 2014.
- [WOV11] Wallenborn, G.; Orsini, M.; Vanhaverbeke, J.: Household appropriation of electricity monitors. In: International Journal of Consumer Studies 35 (2), S. 146–152, 2011.