

**Dirk Westermann, Nicola Döring und
Peter Bretschneider (Hrsg.)**

**Smart Metering
Zwischen technischer Herausforderung und
gesellschaftlicher Akzeptanz – Interdisziplinärer
Status Quo**

Ilmenauer Beiträge zur elektrischen Energiesystem-, Geräte- und Anlagentechnik (IBEGA)

Herausgegeben von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Westermann

(Fachgebiet Elektrische Energieversorgung) und

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Berger

(Fachgebiet Elektrische Geräte und Anlagen)

an der Technischen Universität Ilmenau.

Band 5

Herausgegeben von Dirk Westermann,
Nicola Döring und Peter Bretschneider

Smart Metering

Zwischen technischer Herausforderung
und gesellschaftlicher Akzeptanz –
Interdisziplinärer Status Quo



Universitätsverlag Ilmenau
2013

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISSN 2194-2838 (Druckausgabe)

ISBN 978-3-86360-050-1 (Druckausgabe)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2013100042

Titelfotos:

©iStockphoto.com : JLGutierre ; timmy ; 3alexnd ; Elxeneize ; tap10

yuyang/Bigstock.com

M. Streck, FG EGA | F. Nothnagel, FG EGA | D. Westermann, FG EEV

6 Smart Metering aus Kundenperspektive – Usability-Evaluation eines Stromverbrauchsfeedback-Systems

Nicola Döring und Nadine Exner

6.1	Einleitung	138
6.2	Stromverbrauchsfeedback-Systeme und deren Usability.....	139
6.3	Das RESIDENS-Kundenportal.....	143
6.4	Die Evaluationsmethode	145
6.4.1	Benutzer	147
6.4.2	Arbeitsaufgabe	148
6.4.3	Arbeitsmittel.....	148
6.4.4	Umgebung	148
6.5	Ergebnisse der Evaluation des RESIDENS-Kundenportals	149
6.5.1	Erwartungen an das RESIDENS-Kundenportal.....	149
6.5.2	Nutzung des RESIDENS-Kundenportals	150
6.5.3	Usability des RESIDENS-Kundenportals	151
6.6	Diskussion.....	157
6.7	Literatur.....	163

6.1 Einleitung

Den Kern von RESIDENS bildet ein Pilotprojekt, das über zwei Jahre hinweg die Nutzung von Smart Metern in ausgewählten Privathaushalten einer Kleinstadt untersuchte. Die Privathaushalte, die an dem Projekt teilnahmen, hatten im Rahmen einer Kooperation mit dem lokalen Stromanbieter einen intelligenten Stromzähler, einen persönlichen Zugang zu einem Internetportal, welches den Stromverbrauch des eigenen Haushalts darstellt (*RESIDENS-Kundenportal*), sowie einen zeitvariablen, dreistufigen Tarif (Hoch-, Mittel- und Niedertarif) erhalten. Das Internetportal wurde eigens für das RESIDENS-Projekt entwickelt. Es bietet als Online-Feedbacksystem verschiedene Darstellungsmöglichkeiten für den eigenen Energieverbrauch, der mittels Smart-Meter-Technologie viertelstundengenau erfasst wird. Im Unterschied zur *jährlichen Stromrechnung* verschafft das Feedback-System auf der Internetplattform den privaten Stromkunden fortlaufend Orientierung und Überblick, wodurch das Einsparen von Strom und Kosten potenziell gefördert werden soll (z.B. Identifikation und Abschaffung von "Stromfressern" im Haushalt, teilweise Verlagerung des Verbrauchs von Hochtarif- in Mittel- oder Niedertarifzeiten). Im Unterschied zu *Strommessgeräten*, mit denen der Verbrauch einzelner elektrischer Geräte im Haushalt separat erfasst werden kann, bietet das mit den Smart-Metering-Daten gespeiste Kundenportal den Verbrauchern eine vollständige Gesamtsicht auf den Stromverbrauch im Haushalt über die Zeit hinweg.

Das vorliegende Kapitel stellt die Usability-Evaluation des in RESIDENS entwickelten und erprobten *Internetportals zum Stromverbrauchsfeedback* dar. Ziel der Evaluation war es einerseits, das RESIDENS-Kundenportal zu verbessern und andererseits, allgemeine Erkenntnisse über Erwartungen an und Nutzungsweisen von Stromverbrauchsfeedback-Systemen zu erlangen.

6.2 Stromverbrauchsfeedback-Systeme und deren Usability

Die Umweltpsychologie beschäftigt sich seit einiger Zeit mit der Gestaltung und den Effekten von *Energie- bzw. Stromverbrauchsfeedback für Privathaushalte* (residential electricity use/consumption feedback).

Fragen der *Gestaltung von Energiefeedback-Systemen* betreffen Prinzipien und Methoden des Designprozesses. Kienesberger, Meisel und Adegbite (2011) präsentieren beispielsweise konzeptuelle Überlegungen für die Entwicklung einer Smart Grid-Plattform. Andere Arbeiten orientieren sich am nutzerzentrierten Designprozess und arbeiten mit speziellen Nutzergruppen zusammen, um deren Anforderungen an ein Feedback-System zu berücksichtigen (z.B. Liikkanen, 2009; Anderson & White, 2009).

Hinsichtlich der *Effekte des Feedbacks* stehen Reduktion und Verschiebung des Verbrauchs im Vordergrund. Dabei ist Feedback nach aktuellen Forschungsergebnissen am effektivsten, wenn es computerbasiert, in kurzen Abständen, über einen längeren Zeitraum hinweg und in Kombination mit anderen Interventionsstrategien (wie beispielsweise dem Setzen von konkreten Sparzielen und monetären Belohnungen) angewendet wird (Neenan, 2009; Fischer, 2008; Abrahamse, Steg, Vlek & Rothengatter, 2007; Farhar & Fitzpatrick, 1989). Zudem ist ein kombiniertes Feedback aus den verursachten Kosten und dem Verbrauch in kWh erfolgreicher als alleiniges Feedback zum Verbrauch in kWh (Farhar & Fitzpatrick, 1989).

Feedback hat sich in vielen Studien als erfolgreiche Strategie zum Energiesparen erwiesen (Abrahamse et al., 2005). Die erzielten Einsparungen liegen je nach Studie bei bis zu 18% (Neenan, 2009). Eine Studie mit über 2000 Haushalten in neun deutschen Städten zeigte ein *Einsparpotenzial von 3,7% durch Verbrauchsfeedback* (Klobasa, Schleich & Brunner, 2011). Einspareffekte durch Energiefeedback können als gut belegt gelten, weisen aber je nach Art des Feedbacks, Merkmalen der Nutzergruppe sowie situativen Faktoren große Variabilität auf. Es ist zu beachten, dass Feedback im Einzelfall sogar zu höherem Verbrauch führen kann, etwa wenn sich bishe-

rige Geringverbraucher im Zuge des Feedbacks an Durchschnittswerten und somit "nach oben" orientieren (Brandon & Lewis, 1999).

Bislang existieren kaum empirische Untersuchungen, die sich mit der Usability von unterschiedlichen Energiefeedback-Systemen beschäftigen. Dies ist erstaunlich, da die Benutzerfreundlichkeit einen wesentlichen Einfluss auf die kontinuierliche Nutzung und damit auch auf die Wirkung des Feedback-Systems haben dürfte.

Die vorliegende Studie will dazu beitragen, diese Forschungslücke zu schließen, indem sie das RESIDENS-Online-Portal für Smart Meter-Kunden hinsichtlich seiner Usability evaluiert. Die RESIDENS-Plattform zum Stromverbrauchsfeedback wurde vom Fraunhofer Anwendungszentrum Systemtechnik AST in Kooperation mit der Technischen Universität Ilmenau im Zuge eines nutzerzentrierten Design-Prozesses entwickelt und implementiert. Dabei wurden der Stromverbrauch sowie die anfallenden Kosten für unterschiedliche Zeitpunkte und Zeiträume tabellarisch und grafisch unter Berücksichtigung des dreistufigen Tarifmodells dargestellt. Zudem gab es die Möglichkeit, aktuelle Verbrauchsdaten mit der eigenen Verbrauchshistorie zu vergleichen. Nicht zuletzt konnte auch die durch den Verbrauch des Haushalts entstehende CO₂-Belastung angezeigt werden (siehe Kap. 6.3). Die grafische Benutzeroberfläche der Plattform wurde in mehreren Zyklen anhand des Feedbacks einzelner Testpersonen überarbeitet. Die zentrale Herausforderung bestand darin, die Fülle der Informationen übersichtlich strukturiert zu präsentieren und eine schnelle Orientierung zu gewährleisten.

Nachdem das RESIDENS-Kundenportal implementiert war und alle 215 RESIDENS-Teilnehmenden einen persönlichen Zugang erhalten hatten, wurde eine systematische Usability-Evaluation mit allen RESIDENS-Haushalten im Feldversuch durchgeführt.

Generell versteht man unter der *Usability* die Gebrauchstauglichkeit bzw. Benutzerfreundlichkeit eines technischen Systems, hier: eines Ener-

giefedback-Systeme. Gemäß dem Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit DIN EN ISO 9241 (1997; siehe Bild 6.1) darf zur Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit nicht nur das *Produkt* selbst (hier: das RESIDENS-Kundenportal) betrachtet werden, sondern es muss immer auch der *Nutzungskontext* einbezogen werden: Welche Merkmale (z.B. Computer- und Internet-Kenntnisse) haben die Benutzer und Benutzerinnen des Produkts? Welche Arbeitsaufgaben wollen sie mit dem Produkt lösen (z.B. täglichen oder wöchentlichen Stromverbrauch abfragen)? Auf welche Arbeitsmittel greifen sie dabei zurück (z.B. Zugriff auf das Portal via Desktop-Computer, Laptop, Pad, Smartphone)? Und in welcher Umgebung findet die Nutzung statt (z.B. zu Hause, unterwegs, am Arbeitsplatz)?

Die Gebrauchstauglichkeit ist dabei immer zu bewerten anhand der Ziele, die mit Hilfe des Produkts aus Sicht der Benutzer erreicht werden sollen (z.B. Orientierung über den Stromverbrauch). Die einzelnen Nutzungsschritte werden dabei mit drei zentralen Maßen der Gebrauchstauglichkeit bewertet:

1. *Effektivität* (kann die jeweilige Arbeitsaufgabe gelöst werden),
2. *Effizienz* (wird die Lösung schnell und einfach gefunden) und
3. *Zufriedenheit* (wird die Nutzung des Produkts im Zuge der konkreten Arbeitsaufgabe subjektiv als angenehm und zufriedenstellend erlebt).

Im Zuge einer *Usability-Evaluation* werden den Nutzerinnen und Nutzern konkrete Arbeitsaufgaben vorgelegt, die sie mit Hilfe des zu beurteilenden Produkts lösen sollen (Usability-Test). Zudem wird in der Regel eine Befragung durchgeführt, um die Erwartungen an das Produkt zu eruieren. Während eine *summative Evaluation* auf eine summarische Gesamtbewertung eines Systems (z.B. im Vergleich zu anderen Systemen) hinausläuft, zielt die *formative Evaluation* darauf ab, Verbesserungsvorschläge für das Produkt zu erarbeiten (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 110). Im vorliegenden

Beitrag wird eine Usability-Evaluation des RESIDENS-Kundenportals vorgestellt, die summative und formative Ziele verfolgt.

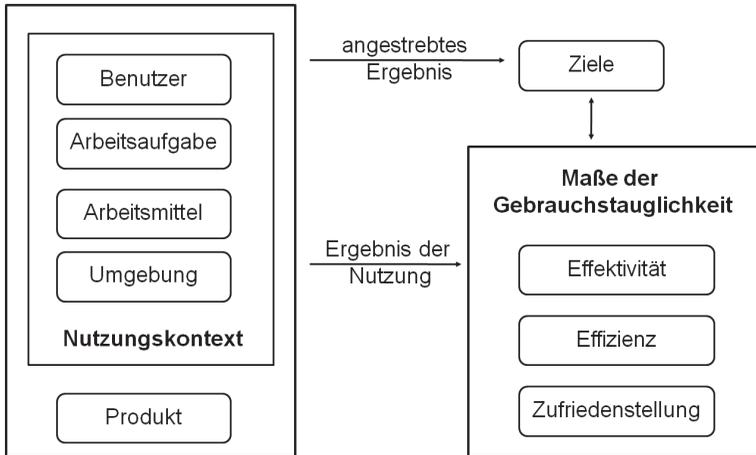


Bild 6.1: Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241 (1997) (aus Sarodnick & Brau, 2006, S. 37)

6.3 Das RESIDENS-Kundenportal

Das RESIDENS-Kundenportal wurde als Feedbackinstrument für die am Feldversuch teilnehmenden Haushalte entwickelt (siehe Kap. 6.2). Dabei wurden Studienergebnisse zum Feedback von Stromverbrauchsdaten (z.B. Fischer, 2007) und der Gestaltungskontext (DIN EN ISO 9241, 1997; Oberquelle, 2008) berücksichtigt sowie im Sinne eines nutzerzentrierten Designprozesses Ergebnisse einzelner User-Trials einbezogen. Betrieben und gewartet wurde das Portal während der Laufzeit von RESIDENS durch das Fraunhofer AST.

Das RESIDENS-Kundenportal bietet seinen Nutzern verschiedene Darstellungsmöglichkeiten des eigenen *Stromverbrauchs*. So ist es beispielsweise möglich, den eigenen Stromverbrauch als aktuellen Tages-, Wochen- oder Monatsverbrauch abzurufen. Des Weiteren bietet das Portal interessierten Kunden die Möglichkeit, ihren Verbrauch bis auf die Viertelstunde genau nachzuvollziehen (siehe Bild 6.2).

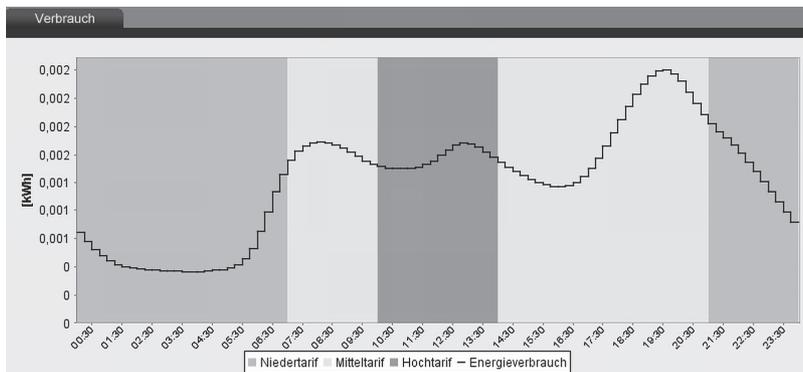


Bild 6.2: Tagesverbrauch in 15-Minuten-Werte mit Kennzeichnung der drei Tarife

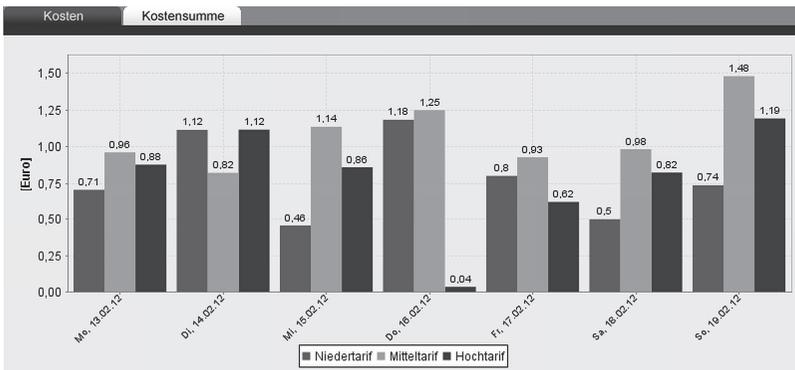


Bild 6.3: Kosten für den Wochenverbrauch aufgeschlüsselt nach den drei Tarifen

Die Kunden können nicht nur entscheiden, welche *Zeitspanne* dargestellt wird (z.B. Tages- oder Wochenverbrauch), sondern auch zwischen unterschiedlichen *Darstellungsformen* wie Einzelwerten, Balkendiagrammen oder einer grafischen Summenübersicht in Form eines Kreisdiagramms auswählen. Das Portal bietet die Möglichkeit, den *Verbrauch in Kilowattstunden*, die verursachten *Kosten in Euro* und den anteiligem *CO₂-Ausstoß in Kilogramm* für den eigenen Stromverbrauch anzeigen zu lassen. Die Preise der drei Tarife sowie deren Geltungszeiträume stehen den Kunden ebenfalls im Portal zur Verfügung. Da der zeitvariable Tarif aus Kundensicht ein wesentliches Kennzeichen von Smart-Metering darstellt und für Kosteneinsparungen relevant ist, wurden in den grafischen Darstellungen immer auch die Tarifzonen abgebildet (siehe Bild 6.2 und Bild 6.3).

Um den eigenen Stromverbrauch einschätzen und dann auch gezielt verändern zu können, sind neben den aktuellen Verbrauchswerten für die Kunden vor allem *Vergleichswerte* relevant: Denkbar sind Vergleiche mit anderen Haushalten ähnlicher Größe, mit dem Standardlastprofil (siehe Kap. 5.4.1) sowie mit den eigenen Verbrauchsdaten in einem Referenzzeitraum wie dem Vormonat oder dem Vorjahr. Im RESIDENS-Kundenportal

wurden zunächst Vergleichsmöglichkeiten mit dem eigenen Verbrauch zu früheren Zeitpunkten implementiert. Damit können Kunden z.B. überprüfen, ob und wie stark sich Abschaffung bzw. Austausch von bestimmten Haushaltsgeräten in einem verringerten Verbrauch niederschlägt oder inwiefern durch die Verlagerung von Stromverbrauch in den Niedertarif geringere Kosten anfallen.

Im Rahmen der ersten Befragungswelle erhielten die teilnehmenden Haushalte eine *persönliche Einführung in die Funktionen des Kundenportals*. Dadurch hatte jeder Teilnehmer die Möglichkeit, direkt Fragen zum Verständnis zu stellen. Für die weitere Benutzung stand eine *Online-Hilfefunktion* zur Verfügung, die im Kundenportal integriert war (z.B. Screenshots einzelner Funktionen mit Erläuterungen und Stromspartipps). Im Verlauf des Projekts wurde das *Spiel RED (Renewable Energy Drama)* entwickelt, das den Kunden zusätzlich eine unterhaltsame Anleitung zum Umgang mit Smart Metern bietet (siehe Kap. 8).

Die kursorische Beschreibung der Funktionen des RESIDENS-Kundenportals verdeutlicht, dass hier eine Vielzahl von mehr oder minder komplexen Informationen bereitgestellt wird und die Kunden zahlreiche Auswahlmöglichkeiten haben. Aus Usability-Perspektive stellt sich die Frage, ob die Kunden das Portal erfolgreich für ihre Ziele nutzen können bzw. an welchen Stellen Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Benutzeroberfläche oder des Funktionsumfangs des Energiefeedback-Systems besteht.

6.4 Die Evaluationsmethode

Die Usability-Evaluation des RESIDENS-Kundenportals ist Teil einer umfassenderen Evaluationsstudie, welche die Merkmale und Wirkungen von Smart-Metering aus Kundensicht beurteilt (vgl. Exner, 2012). Dazu wurden alle RESIDENS-Teilnehmerhaushalte im Rahmen eines Panel-Designs in drei Erhebungswellen sozialwissenschaftlich untersucht. Zudem stehen die objektiven Stromverbrauchsdaten aller Haushalte sowie die objektiven

Zugriffsdaten (Logfiles) auf das RESIDENS-Kundenportal über den gesamten Zeitraum des Feldversuchs hinweg zur Verfügung. Fragestellungen der Gesamt-Evaluation betreffen z.B. die Bereitschaft zur kurzfristigen wie auch langfristigen Lastverschiebung bzw. zur Nutzung von zeitvariablen Tarifen. Des Weiteren wurden die Motive zur kurzfristigen und langfristigen Nutzung des Kundenportals untersucht.

Für die Teilfragestellung der Usability-Evaluation des RESIDENS-Kundenportals wurde ein *Methodenmix* aus Fragebogenerhebung (Baseline-Erhebung) und Leitfadeninterview plus Usability-Test (zweite Erhebungswelle) realisiert. Logfileanalysen dienten in diesem Zusammenhang als objektive Datenquelle für die am meisten verwendeten Funktionen des Kundenportals.

Um erste Antworten auf die Frage nach den Erwartungen an das Kundenportal zu erhalten, wurde im Rahmen der Baseline-Erhebung vor dem Projektstart im *Herbst 2010* eine Fragebogenerhebung mit allen teilnehmenden Haushalten des RESIDENS-Projekts durchgeführt. Hier konnten die Kunden unter anderem ihre Anforderungen an das Kunden-Portal artikulieren.

Nachdem die Kunden dann rund ein Vierteljahr Nutzungserfahrung mit dem RESIDENS-Portal gesammelt hatten, erfolgten die Usability-Tests im Rahmen der zweiten Erhebungswelle des Panels im *Februar und März 2011*. Die Usability-Tests, die die Bearbeitung konkreter Aufgaben mit Hilfe des Portals beinhalteten, wurden von einer Vor- und einer Nachbefragung per Leitfadeninterview begleitet. Von der gesamten Untersuchung (Usability-Tests und Interviews) wurden digitale Audioaufzeichnungen angefertigt. Im Rahmen des Vor-Interviews wurden die PC- und Internetkenntnisse der teilnehmenden Personen in Anlehnung an Hackos und Redish (1998) sowie die Häufigkeit der Nutzung des Kundenportals erfasst. Während des Usability-Tests kam die Methode des Lauten Denkens zum Einsatz (Bortz & Döring, 2006, S. 325). Zudem wurde während der Usability-Tests durch geschulte Hilfskräfte der gewählte Klickweg auf dem Portal beo-

bachtet und zusammen mit den auftretenden Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgaben protokolliert. Im Rahmen des Nach-Interviews wurde auf einer Skala von 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 5 (trifft voll und ganz zu) die Zielerreichung erfasst. Mit Hilfe von offenen Fragen wurde nach Lob und Kritik am Kundenportal, sowie nach Gestaltungsempfehlungen zur Verbesserung gefragt.

Als Maß der Gebrauchstauglichkeit (siehe Kap. 6.2 und Bild 6.1) wurde zunächst wie üblich die Effektivität durch die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben ohne Hilfestellung operationalisiert (Sarodnick & Brau, 2006, S. 36). Die Effizienz setzt die benötigte Zeit für die Lösung einer Aufgabe mit der Vollständigkeit der Zielerreichung in Relation (Sarodnick & Brau, 2006, S. 36). Die Zufriedenheit mit dem Kundenportal wurde über eine Schulnotenskala operationalisiert. Da gemäß des Anwendungsrahmens für Gebrauchstauglichkeit (siehe Kap. 6.2 und Bild 6.1) das zu evaluierende Produkt nicht isoliert, sondern stets im Nutzungskontext zu betrachten ist, sind die vier Aspekte des Nutzungskontexts folgendermaßen zu charakterisieren.

6.4.1 Benutzer

Die Benutzer des RESIDENS-Kundenportals (n=212; 3 Haushalte des Samples wurden nicht erreicht) sind Kunden des örtlichen Stromversorgers, die sich freiwillig bereit erklärt haben, über zwei Jahre an dem Feldtest der intelligenten Stromzähler in Privathaushalten teilzunehmen. Sie sind zwischen 23 und 82 Jahren alt (M=51,67; SD= 12,56) und verfügen zu 56 % über einen Hochschulabschluss. Bei Mehrpersonenhaushalten nahm jeweils dasjenige Haushaltsmitglied als Untersuchungsperson am Feldversuch teil, das sich am intensivsten mit dem Thema Stromverbrauch befasst. Dabei waren 25 % der Auskunftspersonen weiblich und 75 % männlich.

6.4.2 *Arbeitsaufgabe*

Im Rahmen der Usability-Tests wurden den Untersuchungspersonen vier Arbeitsaufgaben vorgelegt, die typische Nutzungsvarianten des Portals kennzeichnen.

1. Aufgabe Tarifübersicht: Abruf der verschiedenen Tarifpreise und ihrer Geltungszeiträume über das RESIDENS-Kundenportal.
2. Aufgabe Tagesverbrauch: Abruf des Tagesverbrauchs in 15-Minuten-Werten für den 8. November 2010.
3. Aufgabe Wochenverbrauch: Abruf des Verbrauchs der ersten Novemberwoche 2010.
4. Aufgabe Wochen-Vergleich: Vergleich des Verbrauchs der ersten Novemberwoche mit der zweiten Novemberwoche 2010.

Die Aufgaben waren in folgender Reihenfolge zu bearbeiten: Wochenverbrauch, Wochen-Vergleich, Tarifübersicht, Tagesverbrauch.

6.4.3 *Arbeitsmittel*

Die Arbeitsmittel, die den RESIDENS-Teilnehmern zur Bearbeitung der gestellten Aufgaben zur Verfügung standen, waren der eigene Desktop Computer bzw. Laptop, der gewählte Web-Browser und das Kundenportal. Der überwiegende Teil der Kunden nutzte die Web-Browser Internet Explorer® und Mozilla Firefox®, um das Kundenportal aufzurufen. Ein Abruf des Portals über Pads oder Smartphones kam nicht vor.

6.4.4 *Umgebung*

Der Usability-Test wurde bei den Probandinnen und Probanden zu Hause durchgeführt, was auch die übliche Umgebung bei der Nutzung des Kundenportals darstellt. Der Feldversuch wurde der Laboruntersuchung vorgezogen,

um den Aufwand für die Untersuchungspersonen zu reduzieren sowie die externe Validität der Studie zu erhöhen (Bortz & Döring, 2006, S. 57).

6.5 Ergebnisse der Evaluation des RESIDENS-Kundenportals

6.5.1 Erwartungen an das RESIDENS-Kundenportal

Bezüglich der Erwartungen an das Kundenportal ergab sich im Zuge der Fragebogenerhebung folgendes Bild: 83 % der Teilnehmenden (n=198) gaben als Ziel an, die gewünschten Informationen problemlos finden zu können. Hierbei erwarteten 92 %, dass die Darstellungen des Energieverbrauchs auf dem Kundenportal besser nachvollziehbar sein werden als in der bisherigen Stromrechnung, die einmal jährlich auf Papier zugeschickt wird. Zudem hofften 94 %, sich durch das Kundenportal schneller einen Überblick über ihren Stromverbrauch verschaffen zu können, um diesen so besser zu kontrollieren. Auch im Rahmen der repräsentativen Bevölkerungsbefragung (vgl. Kapitel 2), war diese Transparenzfunktion besonders positiv bewertet worden. Weiterhin streben 60 % der Teilnehmenden an, ihr Umfeld mit den (z.B. grafischen) Darstellungen des Stromverbrauchs auf dem Portal für das Thema sensibilisieren zu können.

Die angestrebten Ergebnisse wurden laut Auskunft der Befragten überwiegend erreicht, teilweise wurden die Erwartungen sogar übertroffen: 94 % der Teilnehmenden gaben nach einer Nutzung von ca. drei Monaten an, dass sie sich durch das Kundenportal schneller einen Überblick über ihren Stromverbrauch verschaffen konnten und die gewünschten Informationen problemlos zu finden waren. 99 % der teilnehmenden Haushalte empfanden zudem die Darstellungen des Stromverbrauchs auf dem Kundenportal besser nachvollziehbar als bei der bisherigen Abrechnung. Weiterhin konnten 84 % das Kundenportal nutzen, um ihr Umfeld für das Thema zu sensibilisieren.

6.5.2 Nutzung des RESIDENS-Kundenportals

Ein Großteil der Befragten nutzte das Portal regelmäßig: 9 % nutzten es täglich, 40 % ein- bis mehrmals pro Woche. Somit befanden sich in der Stichprobe 49% Intensivnutzer des Portals (siehe Tabelle 6.1). Als Gelegenheitsnutzer wurden diejenigen 51% RESIDENS-Teilnehmer klassifiziert, die auf das Portal ein- oder mehrmals im Monat (36%) oder seltener (15%) zurückgriffen.

Tabelle 6.1: Häufigkeit der Nutzung des RESIDENS-Kundenportals

Nutzertyp	Nutzungshäufigkeit	n (198)	%
Intensivnutzer	täglich	17	9
	mehrmals pro Woche	29	20
	einmal pro Woche	39	20
Gelegenheitsnutzer	mehrmals pro Monat	36	18
	einmal pro Monat	35	18
	seltener	31	15

Etwa ein Drittel (32 %) der Teilnehmenden beschrieb sich selbst im Hinblick auf die PC-Kenntnisse als durchschnittlich versiert. Weitere 51 % stufen ihre PC-Kenntnisse als fortgeschrittenes oder Profi-Niveau ein. Bei den Internet-Kenntnissen schätzte ungefähr die Hälfte (49 %) der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Kenntnisse als durchschnittlich ein. Weitere 38 % stufen ihre Internet-Kenntnisse sogar als fortgeschrittenes oder Profi-Niveau ein. Fehlende PC- oder Internet-Kenntnisse sollten bei den meisten RESIDENS-Teilnehmenden also keine Nutzungshürde darstellen.

Die Logfileanalysen ergaben, dass die meistgenutzte Funktion des Portals die grafische Ansicht des aktuellen Tagesverbrauchs war, gefolgt von der grafischen Ansicht einer selber ausgewählten Zeitspanne. Auf dem dritten Platz stand der Abruf der Startseite, auf der eine Summenübersicht

für die Tage der aktuellen Woche zu finden ist. Diese Rangfolge der beliebtesten Funktionen steht im Einklang mit dem von den Kunden geäußerten Ziel, sich schnell einen Überblick verschaffen zu wollen. Auf den nachfolgenden Plätzen der beliebtesten Funktionen sind der Abruf von Stunden- und Viertelstundenwerten sowie Vergleiche verschiedener Zeitspannen zu finden. Überraschend ist, dass die Teilnehmenden sich hauptsächlich ihren Stromverbrauch in kWh und nicht vorrangig die verursachten Kosten anzeigen lassen. Dies könnte mit der Selbstselektion bei der Stichprobengewinnung zusammenhängen: Es ist davon auszugehen, dass sich hauptsächlich Personen, die sich schon vor dem RESIDENS-Projekt vermehrt mit ihrem Stromverbrauch beschäftigt haben und denen somit Kilowattstunden als Einheit vertraut war, für den Feldversuch interessierten. Eine weitere Erklärung könnte die Voreinstellung der Anzeige in kWh sein, die von den Kundinnen und Kunden beim Abruf des eigenen Verbrauchs nicht geändert wird.

Kaum genutzt wurde der Abruf der mit dem Stromverbrauch verbundenen CO₂-Emissionen, obwohl die Funktion den Kunden über die Hilfefunktion des Portals bekannt gemacht wurde und auch in dem RESIDENS-Spiel zur Vermittlung von Smart-Metering-Kompetenz RED (Renewable Energy Drama) integriert ist (siehe Kap. 8). Möglicherweise ist für die Kunden die Bedeutung und Interpretierbarkeit dieser Werte noch nicht geläufig genug.

6.5.3 Usability des RESIDENS-Kundenportals

In den folgenden drei Abschnitten werden die Ergebnisse zu den Usability-Maßen Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit dargestellt, jeweils differenziert für die vier in den Usability-Tests genutzten Aufgaben.

Effektivität des RESIDENS-Kundenportals

Im Hinblick auf die Genauigkeit und Vollständigkeit der Lösung der Aufgaben zeigte sich, dass die Teilnehmenden bei der Aufgabe Tarifübersicht am besten abschnitten. 95 % der RESIDENS-Kunden lösten den Abruf der Tarifzeiten ohne Hilfestellung. Dahinter folgten mit etwas Abstand die beiden Aufgaben, bei denen es um den Abruf des Tagesverbrauchs in 15-Minutenwerten sowie um den Wochenverbrauch ging. Diese beiden Aufgaben konnten von 75 % bzw. 73 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer gelöst werden. Den letzten Platz bei der Effektivität belegte die komplexeste Aufgabe, bei der ein Vergleich von zwei Wochen vorgenommen werden musste.

Es zeigte sich, dass die Mehrheit der Kunden die Aufgaben eigenständig lösen konnten, dass aber knapp 40 % Hilfestellung benötigte (Tabelle 6.2). Insgesamt ist die Effektivität somit positiv zu bewerten, da alle vier Aufgaben von der überwiegenden Mehrzahl der Kunden auf dem RESIDENS-Portal erfolgreich zu lösen waren.

Tabelle 6.2: Effektivität bei der Lösung der vier Arbeitsaufgaben im Usability-Test

Aufgabe	Lösungen ohne Hilfe		Lösungen mit Hilfe	
	n	%	n	%
1. Tarifübersicht	188	95	10	5
2. Tagesverbrauch	149	75	49	25
3. Wochenverbrauch	145	73	53	27
4. Wochen-Vergleich	120	61	78	39

Effizienz des RESIDENS-Kundenportals

In Anlehnung an Sarodnick und Brau (2006, S. 36) wurde zur Berechnung der Effizienz der Aufgabenlösung die Anzahl der Lösungen ohne Hilfestellung durch die durchschnittlich benötigte Zeit in Sekunden geteilt. Höhere Werte sind dabei Indikatoren für eine höhere Effizienz, denn sie besagen, dass in weniger Zeit mehr erfolgreiche Lösungen zu verzeichnen sind. Es zeigte sich, dass die Teilnehmenden bei der Lösung der Aufgabe Tarifübersicht am effizientesten waren. Mit einem deutlichen Abstand dahinter folgten die Lösungen der Aufgaben Tagesverbrauch, Wochenverbrauch und Wochen-Vergleich (siehe Tabelle 6.3).

Die Rangfolge der Aufgaben gemäß Effizienz-Maß entspricht genau der gemäß Effektivitäts-Maß (Tabelle 6.2), was inhaltlich plausibel ist: Die Aufgabe Wochen-Vergleich verlangt die meisten Nutzereingaben und ist somit mit einem längeren Klickweg verbunden, was sich in vergleichsweise geringerer Effizienz (es wird mehr Zeit benötigt) als auch geringerer Effektivität (es werden weniger richtige Lösungen produziert) niederschlägt.

Objektive Normwerte für gute Effizienz von Aufgaben unterschiedlicher Komplexität existieren nicht. Vielmehr können die Effizienz-Maße genutzt werden, um Vergleiche zwischen unterschiedlichen Feedback-Systemen

anzustellen, die dieselben Funktionen bieten. Zudem sind die Werte inhaltlich zu interpretieren.

So ist für die Aufgabe Wochen-Vergleich zu konstatieren, dass die Kunden im Durchschnitt knapp drei Minuten zu ihrer Lösung benötigten. An der relativ hohen Streuung von gut zwei Minuten ist erkennbar, dass sich darunter auch sehr viel schnellere sowie deutlich langsamere Lösungswege befinden. Der direkte Klickweg zum Abruf des Wochen-Vergleichs umfasste 14 Klicks. Dieser lange Klickweg kam durch die Datumseingabe zustande: Der Kalender für die Datumseingabe stand standardmäßig auf dem aktuellen Datum. Viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer versuchten das Datum manuell einzugeben. Dies funktionierte jedoch nicht, weil die Datumseingabe nur über den Kalender möglich war. Durch diesen Umweg benötigten sie bei einer manuellen Datumseingabe 6 weitere Klicks. Ein anderer Umweg bestand darin, im Kalender versehentlich ein ganzes Jahr zurückzugehen. In der Folge waren 8 weitere Klicks notwendig, um das gewünschte Datum einzustellen.

Die durchschnittliche Bearbeitungszeit der vier Aufgaben variierte zwischen einer halben Minute und knapp drei Minuten, was vor allem der unterschiedlichen Komplexität der Aufgaben geschuldet ist. Effizienz-Defizite zeigten sich bei langen Klickwegen zur Datumseinstellung in der Aufgabe Wochen-Vergleich (Effizienz-Index 0,68). Die vergleichsweise hohen Streuungen bei den Lösungszeiten gehen vermutlich auf unterschiedlich gute Vertrautheit mit dem System sowie unterschiedliche Erfahrung in der Nutzung von Online-Anwendungen bei den einzelnen Kunden zurück.

Tabelle 6.3: Effizienz bei der Lösung der vier Arbeitsaufgaben im Usability-Test

Aufgabe	Lösungen ohne Hilfe	Durchschnittlich benötigte Zeit	Effizienz
	n	Sekunden (SD)	
1. Tarifübersicht	188	29 (37)	6,48
2. Tagesverbrauch	149	101 (80)	1,48
3. Wochenverbrauch	145	136 (138)	1,07
4. Wochen-Vergleich	120	176 (134)	0,68

Zufriedenheit mit dem RESIDENS-Kundenportal

Um die generelle Zufriedenheit mit dem Kundenportal zu erfassen, wurden die RESIDENS-Teilnehmer gebeten, eine Schulnote von 1 (sehr gut) bis 5 (ungenügend) zu vergeben. Dabei erhielt das Kundenportal des RESIDENS-Projekts durchschnittlich die Note 1,9 (SD = 0,62), was einer guten Bewertung bzw. hohen Zufriedenheit entspricht.

Eine Erklärung der positiven Bewertung könnte darin liegen, dass die Kunden den generell hohen Nutzen eines Stromverbrauchsfeedback-System im Vergleich zur herkömmlichen jährlichen Stromrechnung sowie zu handelsüblichen Strommessgeräten würdigen. Zudem fanden fast alle Teilnehmenden (99 %) die Darstellungen des Stromverbrauchs auf dem Kundenportal (z.B. grafisch aufbereitet) besser nachvollziehbar als bei der bisherigen Stromrechnung. Hinzu kommt, dass wahrscheinlich die Möglichkeit, sich schnell und zeitnah einen Überblick verschaffen zu können, zu der hohen Zufriedenheit beigetragen hat. Allerdings könnten auch Novitätseffekte im Sinne einer Begeisterung für das neue System mitgewirkt haben, da bei der Befragung erst vier Monate seit dem Projektstart vergangen waren.

Die Antworten auf die offenen Fragen nach Verbesserungsmöglichkeiten bestätigten die positive Bewertung. Die Mehrheit der Teilnehmenden

empfand das Kundenportal als übersichtlich, lobte die integrierte Tarifübersicht und die Aufteilung des Verbrauchs nach Tarifstufen. Als äußerst positiv empfanden die Teilnehmer auch die nun mögliche zeitnahe Rückverfolgung des Verbrauchs und das Design des Kundenportals.

Die Intensivnutzer (siehe Tabelle 6.1) lobten zusätzlich die verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten sowie die Vergleichbarkeit verschiedener Zeiträume. Die Handhabung des Portals gestaltete sich, laut Angaben der Intensivnutzer, als intuitiv und einfach.

Neben dem Lob gab es aber auch Kritik. Insbesondere die zeitweise unvollständige Datenübermittlung wurde von den Intensivnutzern bemängelt. Dieses Problem ist jedoch nicht dem Portal anzulasten, sondern ging auf technische Schwierigkeiten mit den intelligenten Zählern, insbesondere den PLC-Zählern zurück (vgl. Kap. 3.1.3). Einer der häufigsten Kritikpunkte der Gelegenheitsnutzer war zudem die aus ihrer Sicht lange Einarbeitungsphase, bis sie die Nutzung des Portals sicher beherrschten. Nach Angaben der Gelegenheitsnutzer war die Einarbeitungsphase aufgrund der verschiedenen möglichen Anzeigezeiträume und Darstellungsoptionen notwendig.

Die am häufigsten genannte Anregung zur Verbesserung des Portals war eine Vereinfachung der Datumseingabe. Zum einen wurde eine manuelle Eingabe des Datums gewünscht (anstelle der Auswahl aus dem Kalender). Zum anderen wünschten sich die Kunden, dass bei Vergleichen (z.B. Wochen-Vergleichen) der Kalender zur Eingabe der Referenzzeitspanne standardmäßig auf dem eingegebenen Monat steht, und nicht auf dem aktuellen Monat (siehe Bild 6.3). Außerdem bemängelten die Teilnehmenden die Farbgebung. Sie wünschten sich Ampelfarben für die Tarife (Hochtarif = rot, Mitteltarif = gelb, Niedertarif = grün), damit die Grafiken noch schneller verständlich sind. Zudem wurde von den Gelegenheitsnutzern angemerkt, dass Orientierungslinien bei den Grafiken das Ablesen der Werte erleichtern würden. Des Weiteren wünschten sie sich eine individu-

elle Kommentarfunktion, die es erlaubt, eigene Anmerkungen zusammen mit den Grafiken abzuspeichern.



Bild 6.4: Usability-Defizit des RESIDENS-Kundenportals: Langer Klickweg bei der Eingabe der Referenzzeitspanne über den Kalender

Als zusätzliche Funktion wurde von den Intensivnutzern eine Vergleichsoption zwischen dem dreistufigen Tarifmodell und dem Standardtarif gewünscht. Eine weitere Verbesserung aus Sicht dieser Nutzergruppe wäre eine Exportfunktion für Tabellen und Grafiken, um die Daten aus dem Kundenportal auch anderweitig nutzen zu können.

6.6 Diskussion

Zusammenfassend bleibt festzuhalten: Das RESIDENS-Kundenportal wurde während des Feldversuchs von der Hälfte der teilnehmenden Haushalte intensiv genutzt. Bei den Grundfunktionen des Portals zeigen sich eine gute Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit. Die Teilnehmer bewerten das Kundenportal insgesamt sehr positiv. Diese positive Gesamtbilanz ist jedoch nicht einfach nur der Qualität des RESIDENS-Kundenportals zu-

zuschreiben. Sie könnte zum einen auch dadurch mitbedingt sein, dass das Portal im Vergleich zur herkömmlichen Stromrechnung eine sehr zeitnahe Rückmeldung über den eigenen Stromverbrauch bietet, und die Darstellungen besser nachvollziehbar sind. Dies schafft mehr Transparenz und gibt den Kunden mehr Kontrolle, was ein deutlicher Vorteil gegenüber der herkömmlichen Abrechnung sowie gegenüber separaten Strommessgeräten ist. Ein strengerer Vergleich wäre somit der zwischen dem RESIDENS-Portal und einem anderen differenzierten Stromverbrauchsfeedback-System.

Bei der Interpretation der hier präsentierten Ergebnisse ist zudem zu beachten, dass es sich bei den RESIDENS-Teilnehmern um eine sehr interessierte Zielgruppe handelt, die technischen Innovationen rund um Energieversorgung (und somit auch dem Energiefeedback-System) gegenüber positiver eingestellt ist als die Gesamtbevölkerung. Die sehr positive Bewertung ist zum Teil vermutlich auch dem so genannten Novitätseffekt zuzuschreiben: Das Kundenportal bietet viele verschiedene Funktionen, die von den Nutzerinnen und Nutzern erst nach und nach entdeckt werden. Hierdurch ist das Produkt in der Anfangszeit sehr spannend und zufriedenstellend, was sich jedoch im Langzeitgebrauch "abnutzen" könnte.

Ergänzend zur positiven summativen Evaluations-Bilanz des Kundenportals zeigten sich diverse Verbesserungsmöglichkeiten. Diese betreffen zum einen die Vereinfachung der Datumseingabe und die Farbgebung. Die Kunden wünschen sich z.B. Ampelfarben für eine noch bessere Nachvollziehbarkeit der Grafiken. Bei den weiteren Verbesserungsvorschlägen gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Intensiv- und Gelegenheitsnutzern. Während sich die Intensivnutzer eher zusätzliche und noch differenziertere Funktionen wünschten, war den Gelegenheitsnutzern vor allem an Vereinfachung gelegen.

Die Darstellung des anteiligen CO₂-Ausstoßes wurde insgesamt kaum genutzt. Dies ist wahrscheinlich auf die Default-Einstellung auf kWh zurückzuführen, die teilweise nicht verändert wurde. Des Weiteren könnte

die Nicht-Nutzung der CO₂-Werte auch auf Informationsmängel zurückzuführen sein in der Weise, dass CO₂-Emissionen in Kilogramm für die Kunden in ihrer ökologischen Bedeutung schwieriger zu interpretieren sind. Nicht zuletzt ist auch zu beachten, dass ökonomische Aspekte des Stromsparens im Sinne von Kosteneinsparungen für die meisten Kunden wichtiger sind als ökologische Erwägungen.

Die formativen Evaluations-Hinweise bieten prinzipiell eine gute Grundlage zur Verbesserung des RESIDENS-Kundenportals. Eine Umsetzung war jedoch im Rahmen des zeitlich und finanziell begrenzten Projekts nicht mehr möglich.

Aus den Ergebnissen der Usability-Evaluation des RESIDENS-Kundenportals lassen sich vor allem folgende verallgemeinerbare Hinweise zur Gestaltung von Energiefeedback-Systemen für Smart-Metering-Kunden ableiten.

Am wichtigsten für die Kunden ist eine fortlaufende *Kontrolle des aktuellen Stromverbrauchs*. Dabei sind grafische Darstellungen mit markantem Eintrag der Tarifzonen (z.B. in Ampelfarben) gewünscht und werden tabellarischen Darstellungen vorgezogen. Bei der Tagesanzeige ist eine detaillierte Auflösung in Viertelstundenwerte notwendig, um den Verbrauch von einzelnen Haushaltsgeräten nachvollziehen zu können, etwa für die Identifikation von "Stromfressern". Neben Tagesübersichten sind auch Wochenübersichten gefragte Zeiträume. Hinsichtlich der dargestellten Einheiten sollten Verbrauch in Kilowattstunden und Kosten in Euro angeboten werden. Um für ökologische Aspekte des eigenen Energieverbrauchs zu sensibilisieren, muss die Interpretation von Angaben zu CO₂-Emissionen in Kilogramm durch zusätzliche Hilfsfunktionen oder spielerische Lernangebote (vgl. Kap. 8) gefördert werden. Möglich wäre hier z.B. auch ein aggregiertes Feedback in der Weise, dass die erzielten Einsparungen des eigenen Haushalts auf die Bevölkerung hochgerechnet werden, sei es in der Ge-

samtmenge der CO₂-Emissionen oder der vermiedenen Stromerzeugung in fossilen Kraftwerken (vgl. Klobasa, Schleich & Brunner, 2011, S. 11f.).

Neben der detaillierten Überwachung des eigenen Verbrauchsverhaltens sollten Energiefeedback-Systeme aus Kundensicht auch *unterschiedliche Vergleichsmöglichkeiten* zur Orientierung und als Verhaltensanreize bieten. Neben Vergleichen mit der eigenen Nutzungshistorie, kommen auch Vergleiche zwischen verschiedenen Tarifmodellen, des eigenen Verbrauchs mit dem Standardlastprofil oder eine Art spielerischer Wettbewerb mit Durchschnittswerten vergleichbarer Haushaltstypen in Frage (vgl. Liikkonen, 2009). Derartige soziale Vergleiche könnten auch langfristige Anreize zur Nutzung des Energiefeedbacks sowie für daraus abgeleitete Energieeinsparungen und Lastverschiebungen bieten.

Aufgrund von unterschiedlichen Kompetenzen und Interessen bei der Nutzung von Energiefeedback sollte idealerweise ein *zielgruppenorientierter Zugang* zu mindestens zwei Portal-Varianten mit den genannten Inhalten angeboten werden. So könnte jeder Nutzer, jede Nutzerin nach dem Einloggen entscheiden, ob er oder sie sich nur einen schnellen Überblick verschaffen will, oder den eigenen Stromverbrauch detaillierter nachvollziehen möchte. Sowohl die Intensivnutzer als auch die Gelegenheitsnutzer erhalten hierdurch jeweils schnellen Zugang zu den Informationen, welche sie benötigen, ohne überflüssige Informationen herausfiltern zu müssen.

Die begleitende Untersuchung zu Determinanten kurz- und langfristiger aktiver Nutzung von Smart Metering durch private Verbraucher zeigte, dass Smart Metering und damit verknüpfte Produkte wie Feedback-Systeme und zeitvariable Tarife von einem Teil der Bevölkerung zum gegenwärtigen Stand der Technik akzeptiert werden (Exner, 2012). Dabei gilt: Je häufiger eine Person Rückmeldung über den Effekt der Verbrauchsanpassung erhält und ein Einsparpotential durch Lastverschiebung wahrnimmt, desto stärker passt sie ihren Stromverbrauch *kurzfristig* an zeitvariable Tarife an (Exner, 2012). Dies zeigt den engen Zusammenhang zwi-

schen Lastverschiebung und Energiefeedback auf. Bei der *langfristigen* Lastverschiebung spielt hingegen nur noch die Einfachheit der Verbrauchsanpassung unter den jeweiligen situativen Bedingungen des Alltags eine Rolle. Damit ist das Energiefeedback insbesondere am Anfang von Bedeutung, wenn Kunden sich auf eine Lastverschiebung einlassen. Diese wird dann mit der Zeit habitualisiert und muss sich als alltagstauglich erweisen, so dass Maßnahmen mit zu hohem Komfortverlust aufgegeben werden.

Nach Abschluss des RESIDENS-Projekts erhalten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer weiterhin die Möglichkeit Smart Metering zu nutzen. Das RESIDENS-Kundenportal wird jedoch aus Kostengründen nicht weiter betrieben. Die Stadtwerke Ilmenau bieten ihren Kundinnen und Kunden einen neuen Smart Meter (Q3C Easy Meter) an, der die Verbrauchsdaten über ein Gateway (Smart Grid Hub efr) an die Stadtwerke übermittelt und über einen Webbrowser dem Kunden auch ein eigenes Energiefeedback-System zur Verfügung stellt.

Wünschenswert wären zukünftig Studien, die verschiedene *Energiefeedback-Systeme, die von Smart Metern mitgeliefert* werden, einem direkten Vergleich hinsichtlich ihrer Usability aber auch ihrer Wirksamkeit hinsichtlich der auf Mikro- wie Makroebene angezielten Energieeinsparung und Lastverschiebung in Privathaushalten unterziehen. Ein entsprechender Vergleich handelsüblicher Energie-Feedback-Displays von Smart Metern auf dem britischen Markt liegt vor (Anderson & White, 2009) und zeigt, dass nur ein Anbieter ein Display liefert, das den Kundenwünschen relativ umfassend entspricht.

Darüber hinaus bleibt die (Weiter-)Entwicklung innovativer Energiefeedbacksysteme eine wichtige Aufgabe. Das Grundprinzip eines *Informations-Portals im Internet* bzw. einer äquivalenten *Mobile App für das Smartphone* ist dabei, wie bereits angedeutet, in Richtung *Gamification* weiterzudenken (vgl. Zichermann & Cunningham, 2011). Damit ist die Einbindung spieltypischer Elemente gemeint, etwa ein Wettbewerb mit ver-

gleichbaren Haushalten, der mit Ranglisten und Quests arbeitet oder auch Ehrungen und Gewinnmöglichkeiten für die "besten Energiesparer" bietet (vgl. Shaw, 2012). Diese Strategie wird vermutlich vor allem für Gaming-affine Bevölkerungsgruppen interessant sein. Sie kann die Beschäftigung mit dem eigenen Stromverbrauch attraktiver und unterhaltsamer machen, erfordert jedoch ein Mehr an bewusster Aufmerksamkeit für das Thema und ein Mehr an Online-Nutzung, das sicher nicht alle Stromkunden aufbringen möchten und können.

Ein weiterer innovativer Gestaltungsaspekt für Stromverbrauchs-Feedback stammt aus dem Bereich von *Smart Home* und *Ambient Intelligence* (vgl. Weber, Rabaey & Aarts, 2010). Ein ambientes Stromverbrauchsfeedback im Haushalt ist so gestaltet, dass Nutzer nicht extra ein Informationsportal im Internet oder eine App auf dem Smartphone aufrufen müssen, sondern beiläufig während ihrer häuslichen Alltagsaktivitäten auf Parameter des Stromverbrauchs aufmerksam gemacht werden (z.B. durch mehr oder minder gefällige Licht- und Klanksignale in Abhängigkeit vom Stromverbrauch). Ein Prototyp ist beispielsweise die "Smarte Tischdecke", die ihre Farbe in Abhängigkeit vom häuslichen Stromverbrauch wechselt, was von allen Haushaltsmitgliedern intuitiv und nebenbei erfasst werden kann (Mitchell et al., 2010). Auch Tarifwechsel könnten ambient vermittelt werden. Ambientes Energiefeedback über ganzheitliche Sinneseindrücke einerseits und Informationsportale mit differenzierten statistischen Angaben andererseits stehen dabei vermutlich nicht in einem Konkurrenz-, sondern in einem Ergänzungsverhältnis zueinander, da sie unterschiedlichen Mehrwert bieten.

6.7 Literatur

- 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.
- Anderson, W. & White, V. (2009). *Exploring Consumer Preferences for home energy display functionality*. Report to the Energy Saving Trust. Bristol, UK: Centre for Sustainable Energy.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation* (4th ed.). Heidelberg: Springer.
- Brandon, G. & Lewis, A. (1999). Reducing household energy consumption: A qualitative and quantitative field study. *Journal of Environmental Psychology*, 19(1), 75-85.
- DIN EN ISO 9241 (1997). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten*. Berlin: Beuth Verlag.
- Exner, N. (2012). *Entwicklung und Überprüfung eines Modells zur langfristigen Nutzung von Smart Metern. Eine Panelstudie mit drei Wellen* (unveröffentlichte Dissertation). Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, Deutschland.
- Farhar, B. C. & Fitzpatrick, C. (1989). *Effects of feedback on residential electricity consumption: A literature review* (Bericht). Golden, CO, USA: Solar Energy Research Institute.
- Fischer, C. (2007). Influencing Electricity Consumption via Consumer Feedback. A Review of Experience. ECEEE 2007 Summer Study (S. 1873-1884).
- Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy Efficiency*, 1(1), 79-104.
- Hackos, J. T., & Redish, J. C. (1998). *User and task analysis for interface design*. New York: Wiley and Sons.

- Kienesberger, G., Mesiel, M., & Adegbite, A. (2011). *A Comprehensive Information Platform for the Smart Grid*. IEEE Africon 2011 (S. 4).
- Klobasa, M., Schleich, J. & Brunner, M. (2011, Oktober). Strom einsparung und CO₂-Minderungen durch Verbrauchsfeedback und zeitvariable Tarife. *Praxisforum Smart Metering im Haushalt: Erfahrungen mit Energiefeedback und variablen Tarifen*. Praxisforum INTELLIEKON, Frankfurt.
- Liikkanen, L. (2009). *Extreme-user approach and the design of energy feedback systems*. Proceedings of Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting EEDAL, Berlin, Germany, 1-12.
- Mitchell, E., Coyle, S., Doherty, A. R., Smeaton, A. F., O'Connor, N. E. & Diamond, D. (2010). Smart tablecloths - ambient feedback of domestic electricity consumption. *Proceedings of the 4th Irish Human Computer Interaction Conference*, Ireland
- Neenan, B. (2009). *Residential Electricity Use Feedback: A Research Synthesis and Economic Framework* (Bericht). Palo Alto, CA, USA: Electrical Power Research Institute.
- Oberquelle, H. (2008). Gestaltungsprobleme und Designkonzepte in der Mensch-Computer-Interaktion. In H. D. Hellige (Ed.), *Mensch-Computer-Interface: Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung* (S. 157-172). Bielefeld: transcript Verlag.
- Sarodnick, F., & Brau, H. (2006). *Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung*. Bern: Huber.
- Shaw, P. (2012). *Smart Energy Behavior. Using Game Dynamics to Engage Consumers*. GSummit, San Francisco.
- Weber, W., Rabaey, M. & Aarts, E. (Eds.) (2010). *Ambient Intelligence (2nd ed.)*. Berlin: Springer.
- Zichermann, G. & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol: O'Reilly.