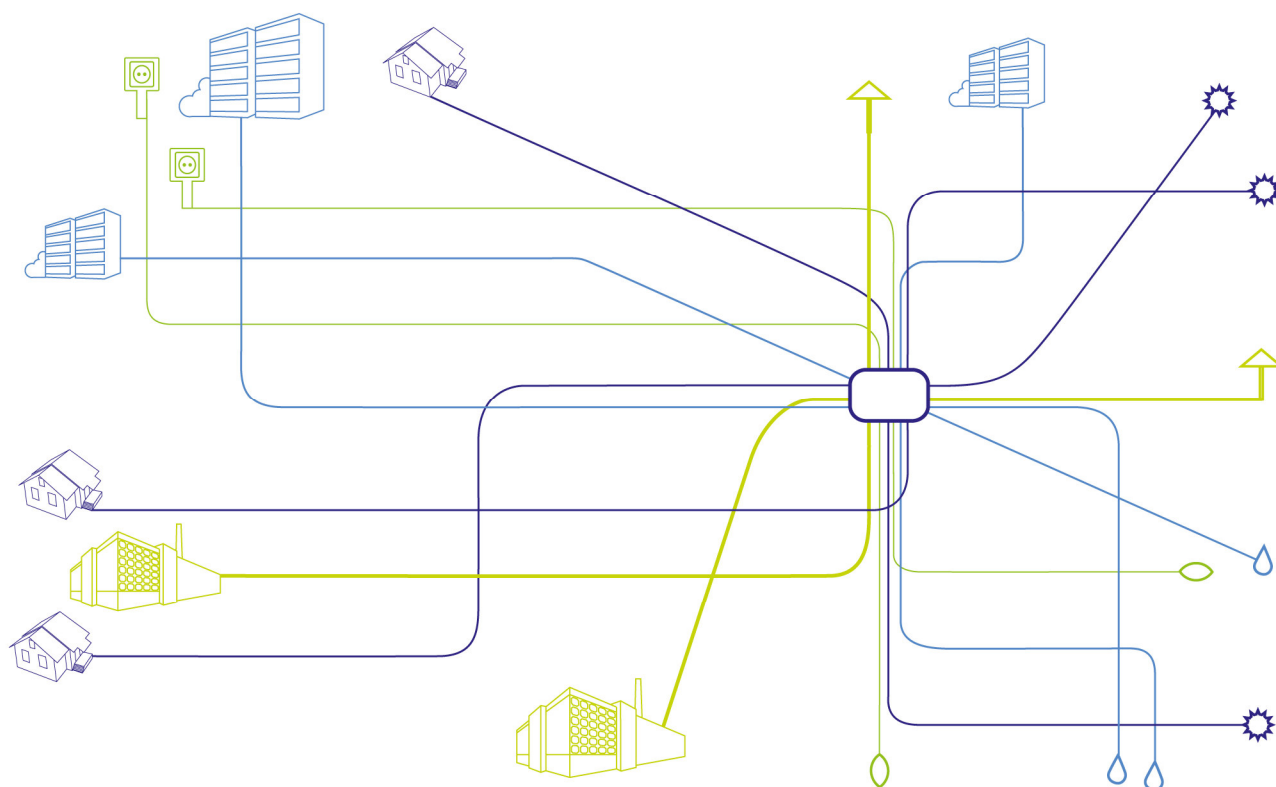




## Smart Grids Modellregion Salzburg Consumer to Grid



## VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage [www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at) zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

Ingmar Höbarth  
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel' in a cursive script.

Theresia Vogel  
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

## 1. Einleitung

Da der eigene Energieverbrauch im Haushalt für VerbraucherInnen weitestgehend unsichtbar ist, herrscht oft wenig Bewusstsein und Sensibilisierung für mögliche Einsparungspotentiale. Um EnergiekundInnen für ihren Verbrauch zu sensibilisieren, hatte das Consumer2Grid Projekt (C2G) zum Ziel, verschiedene Energiefeedbackmethoden zu vergleichen und zu untersuchen, wie, wann und welches Feedback VerbraucherInnen benötigen um Energie zu sparen. Im Vordergrund der C2G-Studie stand:

- (1) wie die Bereitschaft von KundInnen ist sich langfristig mit Energiefeedback auseinanderzusetzen,
- (2) die effektivste Form von Energiefeedback zu identifizieren,
- (3) unterschiedliche Bedürfnisse von KundInnen zu berücksichtigen und
- (4) das Maß an möglichen Energieeinsparungen abzuschätzen.

Das Verstehen der Wünsche, Bedürfnisse, Motivationsfaktoren und Kontextsituation der VerbraucherInnen war ein zentrales Anliegen während des gesamten C2G-Projektes. Um diese Hintergründe zu verstehen, wurde ein einjähriger Feldversuch im Raum Salzburg mit 249 Personen durchgeführt und eine Vielzahl empirischer, qualitativer und quantitativer Daten gesammelt und miteinander verglichen.

Es wurde ebenfalls speziell die langfristige Wirkung der unterschiedlichen Energiefeedbackmethoden und –Medien untersucht. Konkret wurden verschiedene Arten von Energiefeedback mittels vier Versuchs- und einer Kontrollgruppe verglichen. Den C2G-StudienteilnehmerInnen wurden Verbrauchsinformationen in höherer zeitlicher Frequenz und/oder mit verbesserter und teilweise interaktiver Darstellung angeboten. Zum einen eine monatliche Rechnung per Post, ein Webportal (Desktop und Smartphone) welches Monats- und Tagesvergleiche ermöglicht, ein Home-Display mit zusätzlichem Echtzeitfeedback und der Wattson, eine ambiente Energiefeedbackmethode. Als Kontrollgruppe diente die jährliche Rechnung, welche derzeit in Österreich die weitverbreitetste Energieinformation für Haushalte darstellt. Im weiteren Versuchsverlauf erwies es sich als sinnvoll noch eine weitere unbeteiligte Referenzgruppe als Vergleichsgruppe heranzuziehen.

Das Projekt wurde durch den österreichischen Klima-und Energiefond innerhalb des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ gefördert und ist Teil des Projektbündels Smart Grids Modellregion Salzburg (SGMS; <http://www.smartgridssalzburg.at/>). Das Projektkonsortium bestand aus folgenden Partnern: Salzburg AG (Antragssteller); CURE – Center for Usability Research & Engineering; Projektleitung); Salzburg Wohnbau; Sustainable Building Technology Business Unit, Energy Department, Austrian Institute of Technology AIT und das Institut für Computertechnik der TU Wien.

## 2. Inhaltliche Darstellung

Das Projekt C2G startet im Juli 2010 und endete im Dezember 2012. Innerhalb des ersten Projekthalbjahres standen die Erfassung theoretischer Vorarbeiten sowie nutzerzentrierte und infrastrukturelle Anforderungen im Vordergrund. Grundsätzlich ist Forschung im Bereich Energiefeedback definiert [2] als:

- fokussiert auf einen spezifischen Typ der Intervention, im Speziellen die Bereitstellung von Verbrauchsinformationen basierend auf dem Stromverbrauch, typischerweise wird diese dem Nutzer mittels einer aufbereiteten Visualisierung präsentiert.

- fokussiert auf ein spezifisches Ziel, im Speziellen zur Unterstützung des individuellen Energieverbrauchsverhalten und/oder den eigenen Energieverbrauch bewusst zu machen.
- wird begleitet von aktuellen Paradigmen der Energieproduktion- und verbrauch, im Speziellen zentralisierte System der Produktion mit limitierter Integration von Smart Metering Infrastruktur, Lastverschiebung, verteilter und erneuerbarer Erzeugung.

Folgende kategorisierte Sammlung von Energiefeedbacksystemen konnten aus nutzerzentrierter Sicht identifiziert werden:

- 1.) Ambiente Systeme wie beispielsweise Wattson [3], Energy Orb [4] oder Power Aware Cord [5].
- 2.) System die graphisch aufbereitete Verbrauchsdaten anbieten, z.B. Google Power Meter, Green Pocket oder Microsoft Hohm.
- 3.) Systeme die nicht zwingend auf Verbrauchsdaten (durch einen Smart Meter angewiesen sind), z.B. Alert Me [6], Power Watch [7] or Ted 5000 [8].
- 4.) Disaggregiertes Feedback das einen Wert für den häuslichen Energieverbrauch verwendet, z.B. BeAware [9] and DigitalSTROM [10].
- 5.) Umfassende Systeme in denen Energiefeedback nur eine Teilfunktionalität darstellt, z.B. Intel Home Energy Management System [11] or Xcomfort – Eaton Energiemanagement [12].

Verschiedene Verbrauchsfeedbackmethoden sind dafür bekannt zu unterschiedlichen Einsparungen zu führen, je nach Art der Daten bzw. deren Aufbereitung [1], [13].

Aus infrastruktureller Sicht konnte folgende Einteilung von Systemen identifiziert werden:

1. **Web basiert:** Hier wird die Information vor allem von Smart Meter oder entsprechenden Zusatzgeräten aufgezeichnet. Diese Informationen werden dann direkt vom Energieversorger (z.B. Yellowmeter) oder über einen Dritten (Google Power Meter) passend visualisiert. Voraussetzungen sind hier eine entsprechende Serverinfrastruktur und ein internetfähiges Endgerät.
2. **Haustechniksysteme:** Die meisten der namhaften Firmen der Haustechnik-Branche bieten auch Energie-Monitoring über ihre jeweiligen Produkte an. Hier ist selbstverständlich das Vorhandensein einer solchen Anlage Voraussetzung. Für die Informationsbereitstellung werden entweder spezielle Endgeräte oder lokale Netzwerke verwendet.
3. **Lokal:** Über Zwischenstecker, Klemmen oder ähnliches wird der Verbrauch direkt gemessen und auch lokal angezeigt.

Auf diesen Sammlungen aufbauend wurden die folgenden Systeme für die Consumer2Grid Studie definiert: Jährliche Rechnung (Kontrollgruppe), Monatliche Rechnung, Webportal (+ Smartphone-optimierte Webseite; siehe Abbildung 1b), Home-Display (siehe Abbildung 1a) und Wattson (siehe Abbildung 1c).

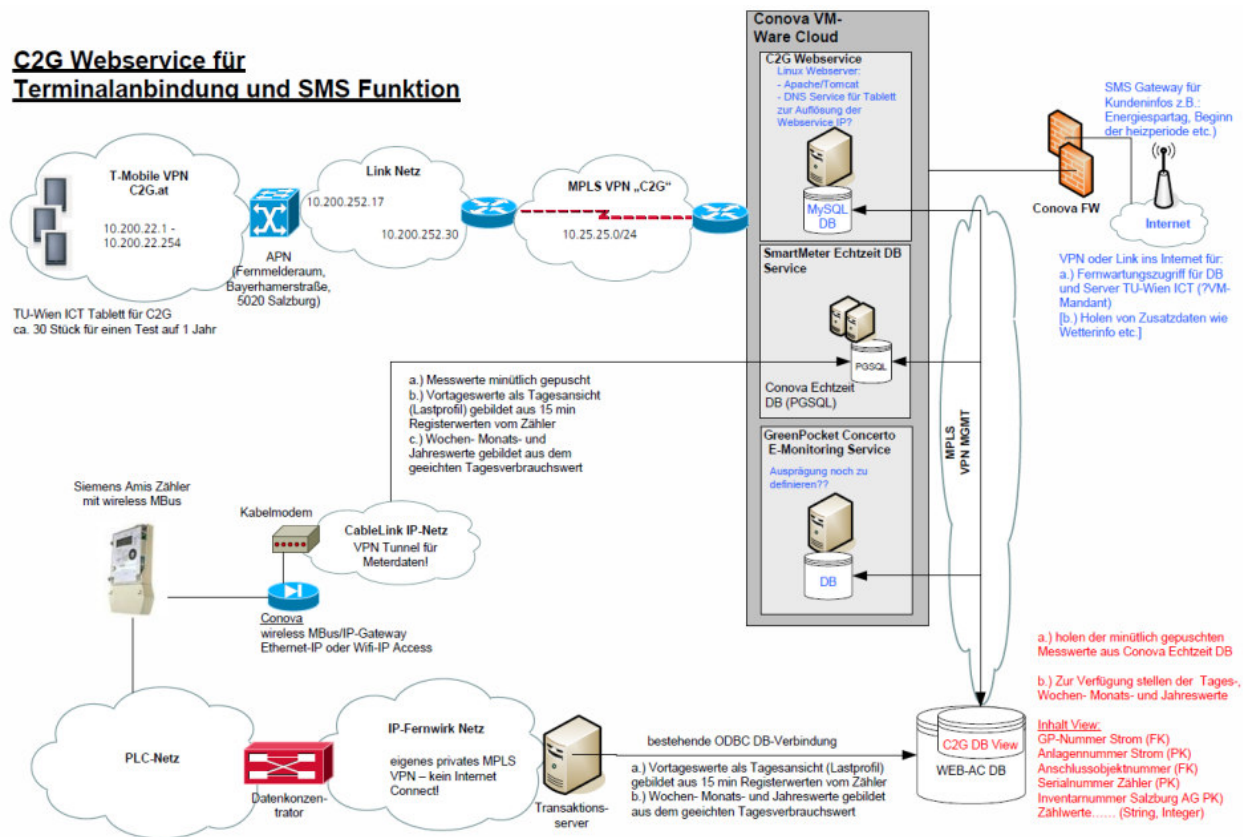
Nach dieser Auswahl wurde das Interfacedesign bestehend aus konzeptionellem und Detaildesign des Webportals und des Home- Displays entwickelt. Zu Beginn wurde ein Kreativworkshop zusammen mit dem Projekt Vehicle2Grid Interfaces abgehalten, in dem Richtlinien für nutzerfreundliche Interfaces sowie existierende Feedbackmethoden diskutiert wurden. Weiteres wurden Papier-basierte Wireframes erstellt. Darauf folgten einige Iterationen zwischen den Projektpartnern um das Design entsprechend zu optimieren.



**Abbildung 1: a) C2G Home-Display, b) C2G Webportal, c) Wattson**

Es folgte die Implementierung der Gesamtarchitektur. Die Verbrauchsdaten sind in einer zentralen Energieverbrauchsdatenbank hinterlegt und können dort vom Home-Display und von der Webanwendung abgerufen werden. Die zentrale Datenbank rief alle für den Verbrauch relevanten Daten aus den Datenquellen der Salzburg AG ab und lief auf einem virtuellen Server in der Cloud der Salzburg AG. Um zeitnahe Verbrauchsdaten in die zentrale Datenbank zu importieren, wie sie für das Echtzeitfeedback Home-Displays benötigt wurden, war eine Lösung von *conova communications GmbH* notwendig, welche aus einem IP-Gateway und einer extra Datenbank bestand. So konnte jeder Smart Meter gezielt ausgelesen und aktuelle Verbrauchswerte an die zentrale Datenbank übermittelt werden. Verbrauchswerte vom Vortag wurden aus dem Datenkonzentrator der Salzburg AG ausgelesen und ebenfalls in die zentrale Datenbank importiert. Da die zentrale Datenbank sehr viele verschiedene Daten enthält, wurden für das Home-Display und die Webanwendung spezielle Views, nur mit den notwendigen Daten, bereitgestellt. Die Datenübertragungen erfolgten außerdem verschlüsselt. Zu diesem Zweck wurde ein Client-Serversystem geplant und in Java umgesetzt, welches die Kommunikation und die Authentifizierung zwischen den Home-Displays und dem Server übernimmt. Zudem wurde mittels OpsView der Systemzustand der Home-Displays auf dem zentralen Server erfasst. So konnten Uptime, Modem-Signal, Speicherverbrauch und Systemauslastung kontrolliert werden.

## C2G Webservice für Terminalanbindung und SMS Funktion



**Abbildung 2: Gesamtarchitektur**

Für die Umsetzung der Webanwendung wurde PHP, JavaScript, AJAX und RGraph (Darstellung der Graphen) verwendet. Die Webanwendung lief auf einem Apache Webserver und ermöglichte den Benutzern, sich über eine Benutzername/Passwort-Kombination einzuloggen und den eigenen Energieverbrauch einzusehen. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die Webanwendung und die drei Bereiche (Tabs) zwischen welchen gewählt werden konnte: Home, Tagesvergleich und Monatsvergleich. Der Tagesvergleich stellte den Tagesverbrauch an einem bestimmten Tag dar und verglich diesen mit einem anderen gewählten Tag. Sollten andere Tage miteinander verglichen werden, wurde dies über Buttons bewerkstelligt. Der Tagesverbrauch konnte sowohl in den Einheiten Watt, Euro als auch CO<sub>2</sub> dargestellt werden. Zusätzlich zu den Verbrauchsgraphen wurden Energiespartipps angezeigt, welche der/dem VerbraucherIn Vorschläge unterbreitete um seinen Energieverbrauch zu optimieren. Diese Tipps wurden durch den Projektpartner AIT erarbeitet und bereitgestellt. Diese wurden je nach Jahreszeit und Monat ausgesucht und erneuert. Außer dem Tagesvergleich konnten auch Monate miteinander verglichen werden. Per Reiter konnte zum Monatsvergleich gewechselt werden, in dem ebenfalls zusätzlich Energiespartipps angezeigt wurden.



**Abbildung 3: Webanwendung**

Eine weitere Funktion, welche die Webanwendung bot, war die Anzeige des Gesamtverbrauches. Die Webanwendung konnte von jedem Computer aufgerufen werden, welcher einen aktuellen Webbrowser installiert hat. Getestet wurden die gängigen Browser Mozilla Firefox, Apple Safari, Microsoft Internet Explorer und Opera. Wurde die Webanwendung von einem mobilen Gerät aufgerufen, so wurde eine angepasste Version angezeigt. Die Benutzerverwaltung wurde mit Wordpress realisiert, einem für diesen Zweck angepassten Content-Management-System. Ebenfalls von Wordpress verwaltet wurden die Energiespartipps. Die Verbrauchsdaten wurden per MySQL-Abfrage von der zentralen Datenbank geladen. Damit die Daten nur für die/den BenutzerIn einsehbar waren, wurden diese verschlüsselt.

Das Home-Display war im Haushalt der Testpersonen installiert und sollte dort ständig laufen, ohne abgeschaltet zu werden. Die Hardware bestand aus einem 12 Zoll großen Touchscreen mit einem integrierten Computer. Als Betriebssystem kam Xubuntu zum Einsatz, welches als Kiosksystem konfiguriert ist und so bestimmte Funktionen einschränkt, um die Sicherheit und Stabilität der Anwendung zu erhöhen. Das Home-Display konnte über das integrierte UMTS-Modem über eine VPN Verbindung kommunizieren. Jedem Home-Display war eine eindeutige IP Adresse zugewiesen, mit der es angesprochen werden konnte um zum Beispiel neue Versionen zu installieren. Die Home-Display-Anwendung wurde in C++ unter Verwendung des Qt-Frameworks geschrieben. Zur Überwachung des Home-Displays, um Fehler rasch zu erkennen, lief auf jedem Home-Display ein Monitoring Client, welcher mit dem Panelserver kommunizierte und bei einem Fehler den Support kontaktierte. Die Authentifizierung der Home-Displays am Server, wird mit Hilfe des Bouncy-Castle-Crypto-API erledigt. Dabei erzeugt der Server ein Schlüsselpaar und behält sich den Private-Key. Die Anwendung (Abbildung 4) bestand aus sechs unterschiedlichen Bereichen in denen Uhrzeit, Wetter, Tagesvergleich, Monatsvergleich, Tagesverbrauch und Energiespartipps angezeigt wurden. Die Verbrauchsinformationen sowie Wetterdaten, wurden aus der Datenbank geladen und boten dieselbe Funktionalität, wie die Webanwendung (Abbildung 3).





**Abbildung 4: Screenshot der Umsetzung der Home-Display Anwendung**

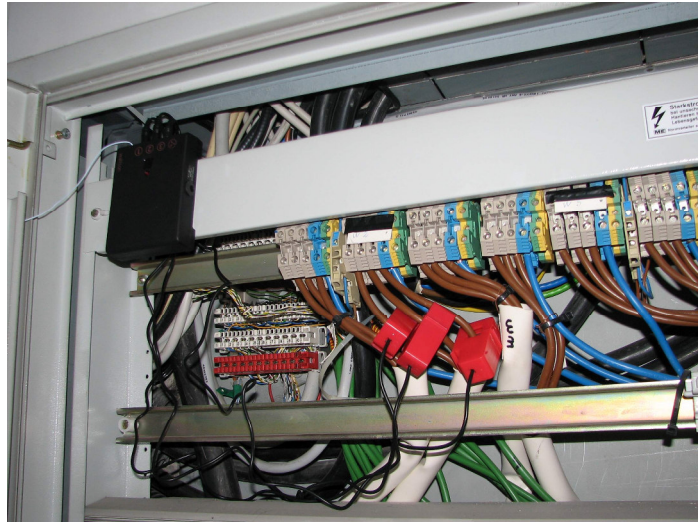
Nach der Implementierungsphase des Back-und Frontendes wurden die Vorbereitungen für den Feldversuch gestartet. Dies beinhaltete die Rekrutierung von Testpersonen, die Vorbereitung von Studienmaterialien sowie die Ausrollung der Hardware.

Der Projektpartner Salzburg Wohnbau stellte eine Kundenauswahl von ca. 1.600 Bewohnern von SWB Gebäuden zur Verfügung, die eine breite Streuung über gesellschaftliche Schichten abdeckte. Letztendlich stimmten 288 der Teilnahme am Consumer2Grid-Feldversuch zu. Dies ermöglichte eine Verteilung auf die einzelnen Versuchsgruppen, die der geplanten entsprach bzw. sogar darüber lag (Jährliche Rechnung  $n=73$ , Monatliche Rechnung  $n=73$ , Webportal  $n=72$ , Home-Display  $n=30$ , Wattson  $n=40$ ). Am Ende des Versuches waren noch 249 Personen Teil des Feldversuches. Zumeist war ein Ausfall durch einen Umzug der Testpersonen bedingt. Die StudienteilnehmerInnen erhielten Gutscheine für die Energie- und Betriebskostenrechnung, sowie die Möglichkeit an zwei Gewinnspielen während der Studie teilzunehmen.

Für die Installation der Wattson war es notwendig jeden Wohnungsstromanschluss mit den Stromwandlern und den Sendeeinheiten zu versehen. Die Stromwandler wurden über die drei Außenleiter (L1, L2, L3) geklippt und an den zugehörigen Transmitter angeschlossen (siehe Abbildung 5). Nach Möglichkeit wurden die Transmitter mit einem Netzteil versorgt, was jedoch mangels Steckdosen in den Verteilern nicht immer möglich war. Deshalb mussten die Transmitter teilweise mit Batterien versorgt werden, die im 3-Monats-Intervall im Folgenden, laufenden Versuch getauscht wurden.

Der Feldversuch wurde in 3 Studiengruppen (jährliche Rechnung, monatliche Rechnung und Wattson im Juli 2011 gestartet. Der Studienbeginn der beiden weiteren Gruppen Webportal und Home-Display verschob sich auf Oktober bzw. November 2011.





**Abbildung 5: Installation der Wattson-Sendeeinheit (Transmitter).**

Nach der Installation der Transmitter erfolgte der Test der Funkverbindung für jedes Endgerät. Danach musste jedes Endgerät noch mittels Laptop und Software parametrieren werden (Datum, Uhrzeit, Stromtarif).

Als problematisch stellte sich heraus, dass die Senderreichweite für moderne Wohngebäude nicht ausreichend ist. Da in diesen modernen Häusern die Verteileranlagen grundsätzlich im Keller sind und alle Seiten in Metall ausgeführt sein müssen, reicht das Signal maximal bis ins Erdgeschoss. Eine Installation in den Wohnungsverteiltern (kleine Subverteiler) ist aufgrund von Platzmangel nicht möglich. Der Einsatz dieser Geräte müsste schon beim Bau berücksichtigt werden (größerer Verteiler in den Wohnungen). Hinsichtlich der Installation des Home-Displays stellte sich heraus, dass es zu massiven Kommunikationsproblemen durch defekte Hardware innerhalb der GSM-Übertragung kam. Nach Beseitigung des Defektes hatten bedingt durch eine schlechte Netzabdeckung einiger Modems schlechte oder zeitweise keine Kommunikation mit dem Zentral-System. Des Weiteren waren die integrierten Modems der Home-Displays nicht für einen Dauerbetrieb ausgelegt (Hardware-Problem) und mussten somit durch ein externes Modem ausgetauscht werden.

In Vorbereitung des Feldversuches wurden 6 Informationsveranstaltungen im Raum Salzburg durchgeführt. Bei diesen Veranstaltungen erhielten die TeilnehmerInnen nähere Informationen über das Konsortium, die Feedbackmethoden, das Gewinnspiel, die Boni sowie die weitere Vorgehensweise und Supportmöglichkeiten (Studienhotline und Emailadresse) während der laufenden Studie. Nach den Veranstaltungen wurde den FeldversuchsteilnehmerInnen die Feedbackgruppe der sie zugeteilt wurden bekannt gegeben und über den Ablauf der Zähler- und Geräteinstallation informiert. Die Verteilung der Feedbackmethoden wurde zufällig, aber geschichtet nach demographischen Variablen sowie Vorjahresverbrauch, Gebäudetyp und Gemeinde, über alle StudienteilnehmerInnen vorgenommen. Somit konnte eine authentischere Inhomogenität in der Verteilung der Feedbackmethoden sichergestellt werden.

Die Feldstudie und die damit verbundene Datenaufzeichnung wurde Ende November vollständig abgeschlossen. Im Dezember 2012 erfolgte der Abbau der Infrastruktur in den Haushalten.

Während des Feldversuches wurden verschieden Daten erfasst und ausgewertet, die im Folgenden dargestellt werden.

### 3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Während des gesamten Feldversuches wurden regelmäßig (alle 3 Monate) halbstandardisierte Interviews mit StudienteilnehmerInnen aus allen Gruppen durchgeführt. Die Interviews wurden via Telefon durchgeführt und dauerten im Schnitt 30 min. Die Interview TeilnehmerInnen erhielten eine geringfügige finanzielle Aufwandsentschädigung. Ziel war es, genauere Einblicke in den Umgang mit Energiefeedbackmethode und Verhaltenskonsequenzen der jeweiligen Methode zu gewinnen.

Die Auswertung der während der Studienphase durchgeführten qualitativen Interviews erfolgte jeweils direkt nach Abschluss der jeweiligen Interviewphase. Für jede Interviewphase wurden offene Antworten einer summativen, kategorialen Inhaltsanalyse unterzogen, d.h. es wurden Antwortkategorien für jede Frage gebildet, denen die Antworten der Interviewten zugeordnet wurden. Abschließend wurden die Häufigkeiten für die einzelnen Kategorien im Verhältnis zur Häufigkeit über alle Antwortkategorien ins Verhältnis gesetzt. Antworten bei denen die TeilnehmerInnen ihre Zustimmung bzw. Ablehnung auf einer Ratingskala (bspw. von 1=sehr wichtig bis 5=nicht wichtig) angeben sollten wurden gemittelt. Hier wird jeweils der Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) für die mittlere Tendenz der Antworten angegeben. Nach Abschluss der letzten Interviewphase wurden die Ergebnisse nochmals längsschnittlich zusammengefasst.

Die Gesamtstichprobe setzte sich zusammen aus n=14 TeilnehmerInnen der Kontrollgruppe (jährliche Rechnung), n=16 TeilnehmerInnen der Versuchsgruppe monatliche Rechnung, n=13 TeilnehmerInnen der Versuchsgruppe Wattson, n=15 TeilnehmerInnen der Gruppe Home-Display und n=13 TeilnehmerInnen der Gruppe Webportal. Hinsichtlich des Geschlechts setzte sich die Gesamtstichprobe aus 39 (54,93%) Männern und 32 (45,07%) Frauen zusammen. Die TeilnehmerInnen waren im Mittel 48,04 Jahre alt (SD=15,76, min=24Jahre, max=82Jahre). Im Mittel lebten zwei Personen im Haushalt (M=2,14, SD=0,99). Ein Drittel (29,58%) der Befragten gab an minderjährige Kinder im Haushalt zu haben. Diese waren im Schnitt 8,08 Jahre alt (SD=5,881, min=0,1, max=16).

Über alle Interviewphasen hinweg wurde „Interesse und Neugier in Bezug auf die Studieninhalte“ genannt, weshalb die Testpersonen sich bereiterklärten an der Studie teilzunehmen. Die Vergütung spielte für die StudienteilnehmerInnen nach Selbstauskunft nur eine untergeordnete Rolle.

Hinsichtlich der Motivation der StudienteilnehmerInnen lässt sich zusammenfassend feststellen, dass über die Interviewphasen hinweg vornehmlich egoistische Gründe wie Energie- und Kosteneinsparungen für die StudienteilnehmerInnen in Vordergrund standen. Auf der anderen Seite wurden aber auch auf altruistische Motivationsfaktoren, wie „einen Beitrag zum Umweltschutz und für die Nachkommen und Zukunft leisten“ genannt. Diese Gründe wurden aber in allen Phasen weniger häufig genannt. Schuldgefühle bezüglich des Energieverbrauches verspüren die TeilnehmerInnen mehrheitlich nicht, dieser Anteil steigt über die Interviewzeiträume hinweg an. Zumeist weil sie sich selbst als sehr sparsam erleben. Die TeilnehmerInnen schätzen sich von Beginn an als gut informiert ein und attribuierten Veränderungspotential hinsichtlich des Energieverbrauches im Haushalt auf sich selbst.

Der Eindruck der untersuchten Feedbackmethoden zu Studienbeginn wurde von den meisten Befragten als positiv beschrieben. Die ambiente Feedbackmethode Wattson regte schnell zum

Ausprobieren an. Komplexere Feedbackmethoden erforderten bei einigen Befragten eine kurze Einarbeitungszeit.

Es zeigten sich Unterschiede in der Häufigkeit der Nutzung im zeitlichen Verlauf zwischen den einzelnen Feedbackmethoden. Home-Display und Wattson wurden am Beginn der Studie häufig (mehrmals wöchentlich benutzt) diese Frequenz nahm auf einmal wöchentlich ab, kann aber auch am Ende der Studie nach Selbstauskunft der Befragten immer noch als hoch bezeichnet werden. Dies wird auf die physische Präsenz dieser Methoden zurückgeführt, die auch ohne genaue Auseinandersetzung mit den Inhalten des Feedbacks zumindest eine gewisse Erinnerungsfunktion erfüllt. Vor allem die ambiente Feedbackmethode, die weniger Informationen von sich dauerhaft anbietet regte zu Beginn der Studie zum Ausprobieren an wurde im weiteren Verlauf der Studie nur noch als Kontrollmöglichkeit verwendet.

Allgemein kann die abnehmende Aufmerksamkeit für das Energiefeedback im Haushalt darauf zurückgeführt werden, dass ohne eine signifikante Veränderung im Haushalt die Feedbackmethode nach einer anfänglichen Lernphase keine neuen Informationen liefert. Zudem merkten Befragte häufig an, dass keine weiteren Einsparungen im Haushalt möglich seien, ohne dass der persönliche Komfort eingeschränkt werde. Das Webportal scheint einen deutlich schnelleren Abfall in der Nutzungsfrequenz aufzuweisen. Als Grund dafür wird die Barriere des Logins (verbunden mit PC hochfahren) gesehen und die freie Erinnerung an das Abrufen des Feedbacks. Die Nutzung der monatlichen Rechnung wird durch die Zusendung getriggert. Daher wird sie konstant über den Studienzeitraum einmal monatlich genutzt. Die Art der Nutzung kann hier konstant als „kontrollierend“ beschrieben werden. Es findet nur beschränkt eine aktive Auseinandersetzung mit dem Feedback statt, sondern eher nur ein Vergleich mit dem Vormonatwert.

Hinsichtlich der genutzten Funktionalitäten fällt auf, dass zu Beginn der Studie vor allem Echtzeitfeedback bzw. Feedback mit geringer zeitlicher Verzögerung sowie Energiespartipps (sofern durch das Feedback) angeboten, hohes Interesse erfuhren. Das Echtzeitfeedback wurden häufig genutzt um über gerätespezifischen Verbrauch zu lernen. Dies hatte auch Konsequenzen für das eigene Verhalten der StudienteilnehmerInnen. Energieverbrauchendes Verhalten wurde umgestellt. Im weiteren Verlauf der Studie wurden längerfristige Zeiträume über die Verbrauchsdaten aggregiert werden (monatsweise) für die StudienteilnehmerInnen relevanter. Diese Zusammenfassungen werden zu Kontrollzwecken genutzt. Verhalten wird nur noch selten verändert. Die Nutzung von Zusatzinformationen wie Wetter oder Uhr (sofern angeboten) wurden auch erst gegen Ende der Studie von den Interviewten erwähnt.

Auch die Selbsteinschätzung hinsichtlich des Verbrauches verändert sich leicht. Zu Anfang der Studie gaben die Versuchsgruppen häufiger zumindest eine leichte Abnahme des Verbrauches an. Gegen Ende schätzten die TeilnehmerInnen ihren Vergleich als gleich bzw. leicht weniger ein.

Sowohl Nutzungsfrequenz als auch qualitative Informationen hinsichtlich der Interessen von Funktionalitäten zeigen, dass über den zeitlichen Verlauf hinweg Energiefeedbackinformationen unterschiedliche Aufgaben erfüllen:

- Konfrontation mit Feedbackmethode: hohes Interesse/Neugier und Aufmerksamkeit (vor allem bei Methoden die Echtzeitfeedback bereitstellen), Ausprobieren und Lernen
- Danach: Verhaltensumstellung bis Komfortgrenze erreicht ist oder Benefit zu gering
- Langfristig: Routineinteraktion mit wenig Aufmerksamkeit zum Zweck der Kontrolle

- Nur im Falle eine Änderung des Kontextes (Umzug, Neuanschaffungen) wieder erhöhte Aufmerksamkeit

Am Ende der Studie konnte über die Feedbackmethoden eine hohe Bereitschaft der Weiternutzung und Weiterempfehlungsbereitschaft über alle Versuchsgruppen hinweg festgestellt werden. Die Interviewten empfinden Energieverbrauchsdaten als wertvolle Information.

Zu Beginn und zum Ende der Studie wurden schriftliche Befragungen durchgeführt um die Stichprobe deskriptiv beschreiben zu können und Veränderungen in: Ausstattung/Größe Haushalt, und einer Selbsteinschätzung Energiesparsamkeit zu erfassen.

Bei quantitativen Angaben (wie Haushaltgröße, Bewohner, Anzahl von Geräten im Haushalt etc.) wurden Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) berechnet. Da nur ein Teil aller StudienteilnehmerInnen zu Beginn und zum Ende der Studie die Fragebögen ausfüllten, konnten lediglich Unterschiede in den erhobenen Variablen getestet werden.

Hinsichtlich der Ausstattung und Größe der untersuchten Haushalte wurde deutlich, dass die StudienteilnehmerInnen KleinverbraucherInnen sind, deren Haushalt „normal ausgestattet sind“. Die angegebene Haushaltgröße betrug: 67qm (SD=18,25; min=25,80, max=120,00). Bedingt durch die Rekrutierung über den Projektpartner Salzburg Wohnbau ergab sich, dass nur Wohnungen und keine Ein-oder Mehrfamilienhäuser in der Stichprobe enthalten waren. Im Schnitt leben zwei Personen in den untersuchten Haushalten und bei ca. einem Drittel leben minderjährige Kinder im Haushalt. Das Alter der antwortenden StudienteilnehmerInnen betrug im Schnitt 52 Jahre (zwischen 18 und 86). Es nahmen 50,9% Frauen sowie 49,1% Männer teil, die zu 92,2% die österreichische Staatsbürgerschaft besaßen und ein monatliches Einkommen von 1801-2600€ (netto) zur Verfügung hatten.

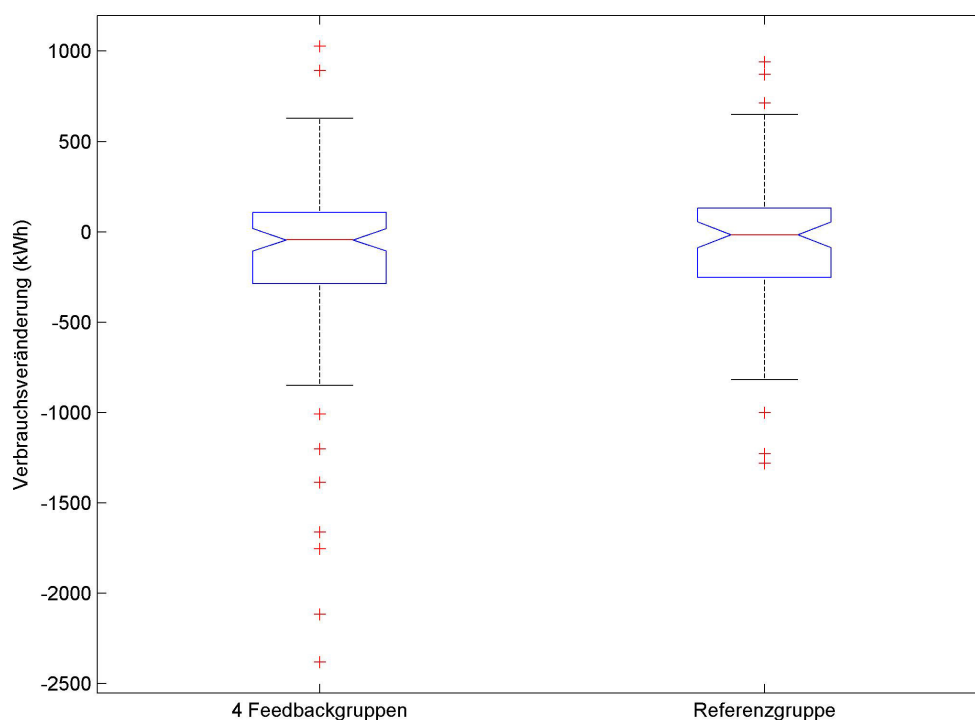
Hinsichtlich der Unterschiede in Vor- und Nachbefragung zeigten sich (ohne jährlicher Rechnung) signifikante Veränderungen in den Kategorien PC/Laptop und Mobiltelefon. Mit jährlicher Rechnung zeigten sich schwach signifikante Veränderungen in der Kategorie PC Laptop. Anhand der Mittelwerte zeigt sich, dass hier Geräte in den Haushalten hinzugekommen sind.

Weiteres wurden die StudienteilnehmerInnen gebeten auf einer Skala von 1=gar nicht sparsam bis 7=sehr sparsam einzuschätzen:

Wie stromsparend schätzen Sie ihren Haushalt ein? Wie stromsparend schätzen Sie sich ein? Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Vor- und Nachbefragung. Die StudienteilnehmerInnen schätzten sich zu Beginn und zu Ende der C2G Studie als „eher sparsam“ ein. In der Abschlussbefragung wurde ebenfalls gefragt ob die StudienteilnehmerInnen glauben ob Ihr Energieverbrauch im Haushalt durch die Studienteilnahme 1= stark gesunken bis 5=stark gestiegen sei. Sie schätzten im Mittel ein, dass ihr Verbrauch „gleich geblieben“ (Median = 3, n=59) ist. Dies deckt sich ebenfalls mit den Ergebnissen aus den quantitativen Verbrauchsdaten.

Um die Verhaltensänderung quantitativ erfassen zu können, wurden die Verbrauchsdaten der teilnehmenden Haushalte statistisch ausgewertet. Zunächst wurden die aus drei unterschiedlichen Quellen stammenden Daten mit MATLAB zusammengeführt, und rein deskriptive Kennzahlen ermittelt, um festzustellen ob die aufgezeichneten Daten plausible Werte liefern. Dabei zeigte sich, dass das verwendete Smart Metering System den Schalltag 2012 nicht bewältigte, was allerdings statistisch irrelevant war, da dieser für eine Vergleichbarkeit mit 2011 sowieso bereinigt werden

musste. Im Anschluss wurde eine Analyse mit den in der für MATLAB verfügbaren Statistik Toolbox vorhandenen Mitteln der induktiven Statistik durchgeführt, um die Veränderungen korrekt bewerten zu können. Dazu wurden die Daten zunächst mit dem Kolmogorov-Smirnov Test auf log-Normalverteilung getestet. Damit genügen die transformierten Daten einer Normalverteilung, was die Grundlage für die zur Auswertung herangezogenen statistischen Tests darstellt. Zunächst wurden alle Daten außerhalb von drei Standardabweichungen dem Ausreißertest nach Nalimov unterzogen. Anschließend wurden mit der Technik der Analysis of Variance (ANOVA), die das Verhältnis von Mittelwert zu Streuung verwendet um über die Unterscheidbarkeit von Stichproben Aussagen treffen zu können, Untersuchung auf Trennbarkeit der diversen Gruppen durchgeführt. Zum Vergleich mit dem Vorjahr wurden jene 146 Haushalte, bei denen zumindest der Energieverbrauch von 300 Tage vor Versuchsbeginn verfügbar war, herangezogen. Deren Verbrauch wurde auf 365 Tage hochgerechnet. Die ANOVA ließ keinen statistischen signifikanten Unterschied im Verbrauchsverhalten erkennen. Um zu verhindern, dass die Ergebnisse der Untersuchung Selbstselektion verzerrt werden, wurde eine zusätzliche Referenzgruppe von 68 am Projekt komplett unbeteiligten Haushalten mit sehr ähnlichen sozialen Parametern herangezogen. Bei der anschließenden Bestimmung der deskriptiven Parameter zeigte sich, wie in Tabelle 1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu sehen ist, dass der Verbrauch aller 5 Gruppen aus dem Project C2G sank. Die durchschnittliche Verbrauchsänderung lag deutlich über der der Referenzgruppe (-6.73 im Vergleich zu -2.67%), allerdings war die Streuung zwischen den unterschiedlichen Gruppen sehr hoch. (-2.45 bis -10.91%).



**Abbildung 6: Boxplots der Veränderungen der Gruppen Nr. 6 und Nr. 8**

Der Test auf log-Normalverteilung war erfolgreich. Die Ausreißertests zeigten, dass keiner der Werte ausgeschlossen werden darf. Der anschließende ANOVA Test zwischen den Gruppen Nr. 6 und Nr. 8 ergab, dass die Gruppen nicht unterscheidbar sind. Weitere ANOVA Tests wurden durchgeführt um festzustellen, ob sich das Verhalten der Feedbackgruppen (Nr. 6) und der Jährlichen Rechnung (Nr. 5) signifikant unterscheidet, bzw. um das zeitliche Verhalten der Gruppen miteinander zu Vergleichen. Keine dieser Untersuchungen konnte einen statistisch signifikanten ( $\alpha=0.05$ ) Unterschied nachweisen. Zusammenfassend kann ein Einfluss des Feedbacks auf den Energieverbrauch nicht statistisch nachgewiesen werden.

**Tabelle 1: Verbrauchswerte der unterschiedlichen Versuchsgruppen**

| Nr. | Gruppe                  | Durchschnittsverbrauch<br>2011 [kWh] | Durchschnittsverbrauch<br>2012 [kWh] | Relative Änderung<br>(2012-2011)/2011 |
|-----|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1   | Monatliche Rechnung     | 2426,82                              | 2367,34                              | -2,45 %                               |
| 2   | Wattson                 | 1890,59                              | 1841,27                              | -2,61 %                               |
| 3   | Website                 | 2225,69                              | 1982,84                              | -10,91 %                              |
| 4   | Home-Display            | 2774,00                              | 2661,58                              | -4,05 %                               |
| 5   | Jährliche Rechnung      | 2318,91                              | 2170,64                              | -6,39 %                               |
| 6   | Gruppen 1-4<br>Zusammen | 2242,81                              | 2088,61                              | -7,38 %                               |
| 7   | Gruppen 1-5<br>Zusammen | 2265,32                              | 2112,87                              | -6,73 %                               |
| 8   | Referenzgruppe          | 2507,75                              | 2440,80                              | -2,67 %                               |

Die Auswertung der Ergebnisse umfasste eine Zwischenauswertung im Juni und eine finale Auswertung im Dezember 2012. Diese Ergebnisse wurden intensiv innerhalb des Projektkonsortiums, der SGMS Projektleiterrunden sowie separaten Treffen mit den beteiligten Unternehmen diskutiert. Es wurden die Methoden miteinander verglichen und gegenübergestellt.

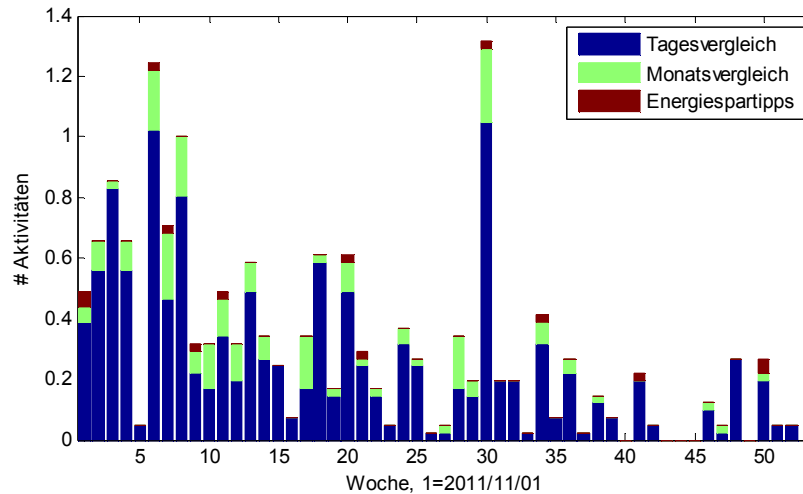
Sowohl bei der Website als auch bei den Panels wurde die Interaktion der Nutzer mit dem User Interfaces aufgezeichnet, um die Nutzung besser nachverfolgen zu können. Die Interaktionsdaten der Webseite wurden direkt auf dem Server geloggt und gespeichert. Auf dem Home-Display wurden die Log-Daten lokal abgelegt und täglich vom Zentralserver abgeholt.

In der Auswertung wurde die Verwendung derselben Funktion hintereinander mit einem kurzen Zeitabstand (60 Sekunden) als Fortsetzung der Aktion gedeutet, und daher für die Auswertung nur einmal zugezogen. Da das Schließen der entsprechenden UI Elementen nicht nachvollzogen werden konnte, konnte die Dauer der jeweiligen Interaktion nicht aussagekräftig bestimmt werden, da es sich bei vielen Interaktionen nur um einmaliges Aufrufen eines Elementes handelte. Unter diesen Gesichtspunkten wurden die durchschnittliche Anzahl der Interaktionen bezogen auf Tag, Woche, Monat und Tageszeit berechnet und dargestellt, wobei nur wochenweise Auswertung relevante Ergebnisse lieferte.

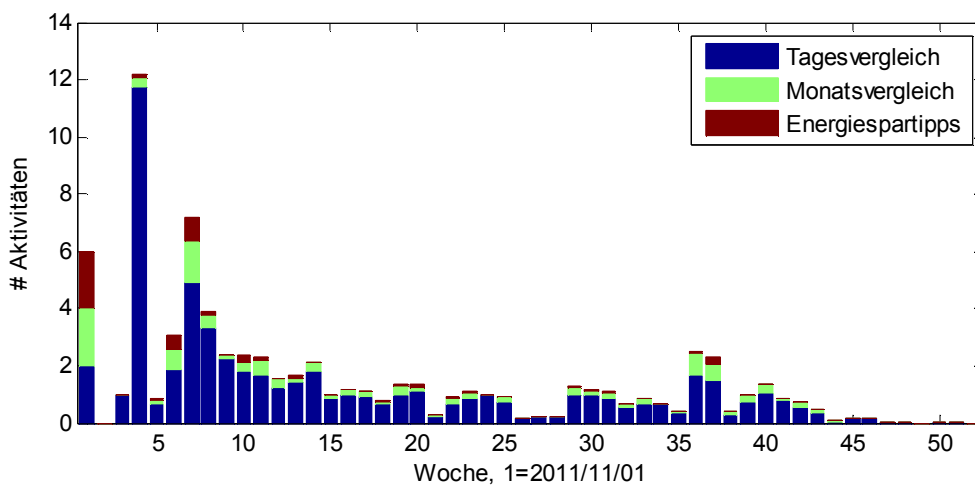
Die Analyse der während des Feldversuches erfassten Interaktionsdaten in den Gruppen Home-Display und Webportal ergab einen deutlichen Abfall der Nutzung über die Zeit hinweg. Bei der



Gruppe Webportal konnte die deutliche Steigerung in der 30. Woche des Versuches (siehe Abbildung 7) auf einen einzigen User zurückgeführt werden, der sich an einem Tag sehr intensiv mit der Web-Applikation beschäftigte.



**Abbildung 7: Durchschnittliche Zugriffe auf das Webportal pro Person pro Woche nach Aktivität**



**Abbildung 8: Durchschnittliche Zugriffe auf das Home-Display pro Person pro Woche nach Aktivität**

#### 4. Ausblick und Empfehlungen

Ziel des C2G-Projektes war es verschiedene Energiefeedbackmethoden in ihrer langfristigen Wirkung in einem realen Kontext miteinander zu vergleichen. Aus der Durchführung des Feldversuches sowie der erhobenen Daten ergaben sich verschiedene Erkenntnisse, die für die Durchführung ähnlich angelegter Feldversuche sowie dem Einsatz von Energiefeedbackmethoden in der Praxis wichtig sind:

Im Versuch stellte sich heraus, dass das Backend durchaus stabil ausgelegt werden kann und keine größeren Probleme verursacht. Die Feedbackmethode Home-Display bereitete jedoch größere Probleme aufgrund von schlechter Netzabdeckung und der damit verbunden schwierigen

Wartbarkeit. Eine Möglichkeit dieses Hindernis zu umgehen ist es verschiedene Arten der Konnektivität anzubieten. Dafür wären zum Beispiel W-LAN oder auch Kabel geeignet. Aufgrund der hohen Durchdringung an Flat-Rate Tarifen sollte das auch für die TeilnehmerInnen keine Belastung darstellen. Sollte sich nur eine GSM-Verbindung anbieten oder möglich sein, muss unter allen Umständen die Netzaufdeckung gegeben sein um alle Endgeräte zu erreichen. Zukünftige nicht prototypische Lösungen (Architektur, Backend, Hardware) können aufgrund technischer Weiterentwicklung einfacherer und kostengünstiger gestaltet werden.

Der Einbau von Feedbackmethoden mit eigener Hardware in einer bestehenden Wohnung ist mit hohem Installationsaufwand verbunden. Ein Einsatz dieser Energiefeedbacksysteme müsste bereits beim Bau berücksichtigt werden.

Bei der Feldstudie wurden sowohl Feedbackmethoden mit einer dezentralen Datenübertragung (Wattson), also auch zentrale Lösungen (Home-Display und Website) verwendet. Der Initial-Aufwand der zentralen Lösungen war im Vergleich zu dem geringen Energie-Einsparungspotential unangemessen. Die dezentrale Lösung war hingegen kostengünstiger umzusetzen. Des Weiteren lieferte die dezentrale Lösung Energiefeedback in Echtzeit, während bei der zentralen Datenübertragung (konkret bei der Methode Home-Display) nur annähernd „Echtzeit“ mit 2-3 Minuten Verzögerung zu bewerkstelligen war. Zudem erfüllt die dezentrale Lösung den Minimierungsgrundsatz des Datenschutzes, da nur die zur Abrechnung bzw. gesetzlichen Informationspflichten erforderlichen Daten (je nach Tarif z.B. Lastprofil oder tägliche Verbrauchsdaten), an den Netzbetreiber übertragen werden. Die Echtzeitdaten bleiben beim KundInnen vor Ort, werden hier aufbereitet und dem KundInnen als Feedback übermittelt. Beim Wattson werden zur Messung vom Smart Meter unabhängige Wandler-Klemmen verwendet. Zukünftig wäre es denkbar und sinnvoll auch bei der dezentralen Lösung auf den Smart Meter zurückzugreifen indem die Echtzeit-Messdaten über eine unidirektionale Kommunikationsschnittstelle (die auch in der IMA-Verordnung vorgesehen ist) direkt vom Smart Meter an ein Display bzw. einen Rechner vor Ort übertragen werden.

Es zeigte sich in den mitgeloggten Interaktionsdaten sowie in den durchgeführten qualitativen Interviews, dass das Interesse an Energiefeedback langfristig abnimmt. Gründe für die abnehmende Nutzung von Feedbackmethoden sind laut StudienteilnehmerInnen (qualitative Interviews): nach anfänglicher Lernphase bietet das Energiefeedback im Haushalt keinen weiteren Informationsgewinn; langfristig wird von den Studienteilnehmern keine weiteren Einsparungsmöglichkeiten im Haushalt gesehen, die ohne Einschränkung des persönlichen Komfort einhergehen würden

Die Interaktion mit den Energiefeedbackinformationen verläuft langfristig in unterschiedlichen Phasen ab und hat verschiedene Effekte:

- Konfrontation mit Feedbackmethode: zunächst besteht ein hohes Interesse bzw. Neugier seitens des Nutzers und die Aufmerksamkeit für die Informationen, welche das Energiefeedback bereitstellt, ist sehr hoch. Vor allem bei Methoden die Echtzeitfeedback bereitstellen probieren die Nutzer verschiedenste Dinge im Haushalt aus und lernen dazu.
- Im weiteren Verlauf der Interaktion kommt es zu Verhaltensumstellungen bis die Komfortgrenze erreicht ist oder die gewonnenen Einsparungen zu gering ausfallen.

- Langfristig kann die Interaktion als Routineinteraktion beschrieben werden. Die Nutzer widmen dem Energiefeedback wenig Aufmerksamkeit und nutzen die zur Verfügung gestellten Informationen zu Kontrollzwecken.
- Nur im Falle einer Änderung des Kontextes (Umzug, Neuanschaffungen, Familienzuwachs) erwähnten die StudienteilnehmerInnen, dass das Energiefeedback für sie wieder interessant wäre und erhöhte Aufmerksamkeit erfahren würde.

→Fazit: ein Energiefeedbacksystem sollte diesen unterschiedlichen Phasen gerecht werden!

Physische Präsenz von Energiefeedbackmethode durch Hardware, die im Haushalt installiert ist (im Versuch Wattson und Home-Display), erfüllt eine Erinnerungsfunktion Energie einzusparen auch ohne genaue Auseinandersetzung mit den Inhalten des Feedbacks. Zur Bewusstseinsbildung sind neben dauerhafter Verfügbarkeit z.B. in Form von Hardware regelmäßige (z.B. monatlich), gepushte Informationen wichtig, ohne dass der Konsument selbst aktiv werden muss. Daher kann geschlussfolgert werden, dass jeglicher Mehraufwand kognitiv (bspweise freie Erinnerung) oder auch logistisch (bspweise PC hochfahren) um Zugang zu Energiefeedback zu erhalten, minimiert werden sollte.

Energiefeedback wird als grundsätzlich wertvolle Information empfunden und würde daher auch überwiegend weiterempfohlen werden.

Die Funktion Echtzeitinformationen abzurufen wird von den StudienteilnehmerInnen verwendet, um den Geräteverbrauch im Haushalt aufzuschlüsseln. Hier könnten alternative technische und kostengünstigere Lösungen eingesetzt werden.

Die Zahlungsbereitschaft für reines Energiefeedback fällt eher gering aus und deckt kaum die laufenden und intialen Kosten für die entsprechenden Systeme ab. Das Einsparungspotential darf die Kosten für Energiefeedbacksysteme nicht überschreiten.

Anhand der erhobenen Verbrauchsdaten kann kein wesentlicher Einfluss des Feedback statistisch nachgewiesen werden, d.h. sowohl die Kontrollgruppe Jährliche Rechnung und die Versuchsgruppen als auch alle Gruppen, inkl. der Kontrollgruppe Jährlicher Rechnung und der zusätzlich untersuchte Referenzgruppe, sind nicht trennbar. Basierend auf den gemessenen Energiedaten konnte die Verbrauchsreduktion durch die Feedbackmethoden nicht statistisch nachgewiesen werden, d.h. die untersuchten Methoden unterscheiden sich nicht in ihrer Wirkung auf die Verbrauchsdaten.

Das quantitative Einsparungspotential in den untersuchten Versuchsgruppen bewegt sich im Bereich 2,5% – 10,9%. Aufgrund der hohen Streuung sind diese Einsparungen jedoch statistisch nicht signifikant voneinander trennbar.

Die vergleichbare Referenzgruppe mit 68 Personen, die nicht an der Studie teilnahm und daher völlig unbeeinflusst von allen Maßnahmen während der Studie waren, wiesen ebenfalls eine Verbrauchsreduktion im Studienzeitraum im Vergleich zum Vorjahr von 2,7% auf. Bei 142 teilnehmenden Haushalten konnte ein Vergleich zu früheren Abrechnungsperioden gemacht werden (Vergleich zu zumindest 300 Tagen im Vorjahr). Es ergab sich hier ein Unterschied von -151 kWh zum Vorjahr (inkl. jährliche Rechnung). Die ANOVA zeigte allerdings auch hier, dass die Gruppen nicht statisch trennbar sind.

Vor dem Hintergrund der quantitativen Ergebnisse aus der C2G-Studie lassen sich zwei unterschiedliche **Strategien für die Gestaltung von Energiefeedbackmethoden ableiten:**

- 1.) Geringer Umsetzungsaufwand verbunden mit minimalen Implementierungskosten der Methode, welche dem Einsparungspotential angepasst sind.
- 2.) Synergien aus innovativeren Methoden nutzen die die Vor-und Nachteile der Einzelmethode die in der Feldstudie gefunden werden konnten ausgleichen; hier ist die Umsetzung mit „up-to-date Technologien“ zu berücksichtigen.

Zusätzlich sollten aber die Möglichkeiten von:

- der Neuentwicklung bzw. alternativen Methoden, die im C2G-Projekt nicht untersucht worden (beispielsweise Energieberatung, Automation, Zwischenstecker) und
- die Kopplung mit anderen Services wie unter 5. dargestellt

berücksichtigt werden.

## 5. Literaturverzeichnis

- [1] Darby, S.: The effectiveness of feedback on energy consumption. A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. Environmental Change Institute, University of Oxford, 2006
- [2] Pierce, J., Paulos, E.: Beyond Energy Monitors: Information, Energy, and Emerging Energy Systems, CHI 2012.
- [3] <http://inhabitat.com/2006/04/02/diy-kyotos-wattson/>
- [4] <http://www.pge.com/mybusiness/energysavingsrebates/demandresponse/orb>
- [5] <http://www.inhabitat.com/2006/10/30/power-aware-cord-by-static/>
- [6] <http://www.alertme.com/products/smart-energy>
- [7] <http://powerwatch.com/products.html>
- [8] <http://www.theenergydetective.com/about-ted>
- [9] <http://www.energyawareness.eu/beaware/solutions>
- [10] <http://www.digitalstrom.org/technologie/technologie0.html>
- [11] <http://www.intel.com/embedded/energy/homeenergy/index.htm>
- [12] <http://www.moeller.net/de/xcomfort/homeroommanager/index.jsp>
- [13] Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K. A., & Laitner, J. A.: Advanced metering initiatives and residential feedback programs: A metareview for household electricity-saving opportunities. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy, 2010.

### Weiterführende Publikationen zum Projekt

Gerdenitsch C. (2010): Consumer 2 Grid - Einflüsse von Smart Metering auf das Verbrauchsverhalten beim Energiekonsumenten: Fallstudie Salzburg. ComForEn 2010 - Kommunikation für Energienetze der Zukunft – Vom aktiven Verbraucher zum Smart Grid. FH Oberösterreich, 29.09.2010, Wels (Konferenzvortrag mit Tagungsband).

Gerdenitsch C., Schrammel, J. (2010): ConsumerConsumer2 2 Grid – Comparing Feedback Methods on Energy Consumption. Smart Grids Week 2010 – Österreichische Smart Grids Pioniere im internationalen Dialog. Congress Salzburg, 22. - 25. Juni 2010, Poster Präsentation

Gerdenitsch C., Schrammel J., Döbelt S., Tscheligi M. (2011): Creating Persuasive Technologies for Sustainability – Identifying Barriers Limiting Target Behavior. 6th Annual Conference on Persuasive Technology, 02.-05.06.2011, Ohio.

Kollmann A., Kupzog F., Wimmer W. (2011): Erste Erfahrungen aus österreichischen Smart Meter Projekten und aktueller Forschung. Vortrag Smart Grids Week 2011 – Consumer to Grid und andere Projekte, 24.-27.05.2011, Linz.

Gerdenitsch C., Tscheligi M., Kupzog F. (2011): Energy Prosumers and Consumers in the Smart Grid. ComForEn2011 – Fachkonferenz: Kommunikation für Energienetze der Zukunft– Vom aktiven Verbraucher zum Smart Grid, 22.-23.09.2011, Wels.

Döbelt, S., Judex, F., Leber, T., Tscheligi, M. Consumer 2 Grid - a long-term field trial comparing energy consumption feedback approaches. Proceedings ComForEn `12, Wels, Austria, 2012.

### Presseaussendungen

- "Salzburger Nachrichten" Nr. 35 vom 12.02.2011 Seite: 57 Ressort: immobilien Von: Bernhard Schreglmann; **„Dem Wohnverhalten auf der Spur“**
- "Salzburger Volkszeitung" Nr. 32/11 vom 09.02.2011 Seite 7 Ressort: Lokal; **"Wohnen im Alter"**
- "Umweltjournal" vom 20.05.2011 Seite: 6 MAI 2011 - AUSGABE 3 Smart Grids Modellregion Salzburg ; **„Vorreiter in der Erforschung von Smart Grids“**
- "Die Presse" vom 22.12.2010 Seite: 8 Forschung; **„Die STADT wird smart“**
- "special" vom 23.05.2011 Seite: 14-15 - Ausgabe Energiegespräche Ossiach '11 Smart Grids; **„Modell für die Zukunft“**
- "Umweltjournal" vom 10.06.2011 Seite: 6; **„Vorreiter in der Erforschung von Smart Grids“**
- „Aufleben“ November 2011 Seite 10 und 11: **„Die Wohnung der Zukunft ist smart Vernetzt“**
- „lebens.linien“ vom 13.10.2011 Seite 8: **„Den Stromverbrauch im Griff“**
- „Insider“ Jänner 2012 Seite 1 bis 3: **„Bei Smart Grids europaweit unter den Vorreitern“**

## IMPRESSUM

### Verfasser

Salzburg AG  
für Energie, Verkehr und  
Telekommunikation  
Bayerhamerstraße 16, 5020 Salzburg  
Telefon +43/662/ 8884 - 0  
Fax +43/662/ 8884 - 170  
E-Mail: kundenservice@salzburg-ag.at  
Web: www.salzburg-ag.at

### Projektpartner

- Salzburg Wohnbau GmbH (SWB)
- University of Technology Vienna - Institute  
of Computer Technology (ICT)
- Austrian Institute of Technology, Energy  
Department (AIT)
- Center for Usability Research &  
Engineering (CURE)

### Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds  
Gumpendorfer Straße 5/22  
1060 Wien  
E-Mail: office@klimafonds.gv.at  
Web: www.klimafonds.gv.at

### Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige  
Verantwortung für den Inhalt dieses  
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise  
die Meinung des Klima- und Energiefonds  
wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch  
die Forschungsförderungsgesellschaft  
(FFG) sind für die Weiternutzung der hier  
enthaltenen Informationen verantwortlich.

### Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH