



MEGA

MEHR ENERGIEEFFIZIENZ DURCH GEZIELTE ANWENDERINFORMATION

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	Rolf Kistler, Michael Fercu, Armin Egli
beauftragte Institution	Hochschule Luzern Technik + Architektur – CEESAR
Adresse	Technikumstrasse 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	+41 41 372 15 38, alexander.Klapproth@hslu.ch, www.ceesar.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	102668/153458
BFE-Projektleiter	Roland Brüniger
Dauer des Projekts (von – bis)	September 2008 – Februar 2010
Datum	10. Dezember 2008

ZUSAMMENFASSUNG

MEGA soll die Energieeffizienz in privaten Haushalten steigern, indem die Bewohner durch ein besseres Bewusstsein für ihren Energiebedarf zum Sparen motiviert werden.

Nach dem Aufsetzen des Projekts und dem Aufgleisen der 3 Industriepartner wurde mit der Literatur- und Internetrecherche begonnen. Als Basis des Projekts wurde erarbeitet, was auf diesem Gebiet bereits unternommen wurde und welche Lösungen gegebenenfalls bereits existieren.

Die Recherche hat eine Fülle an Studien und Projekten zu Tage gefördert, in denen gezeigt werden konnte, dass durch Feedback an die Bewohner im Durchschnitt zwischen 5-12%, im besten Fall gar bis zu 25%, elektrische Energie eingespart werden konnte. Die Informationen lassen auch Rückschlüsse darauf zu, welche Form von Feedback gut, bzw. weniger gut funktioniert und welche motivierenden Begleitmassnahmen den Effekt verstärken können.

Weiter wurde der Stand der Technik auf den Gebieten Energiemessung, Kommunikation, Sammeln und Auswerten von Daten und Anzeige genauer untersucht.

Die Interessengruppen (Stakeholders) und deren Beziehungen untereinander wurden identifiziert. Man wollte herausfinden, wer in irgendeiner Form an MEGA beteiligt sein könnte. Die Resultate dienen als Grundlage für die Systemanforderungen.

Schliesslich wurden erste Überlegungen zum Sparpotential eines solchen Systems angestellt. Diese sollen in den weiteren Arbeiten noch vertieft werden, genauso wie die Motivationsfaktoren der einzelnen Zielgruppen.

2009 folgen weiter die Erarbeitung von Konzepten und möglichen Umsetzungen und die technische Realisierung eines Systems im iHomeLab [1].

Projektziele

Das Ziel des MEGA Projekts ist die Erforschung von massentauglichen Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten durch mehr „Bewusstsein“ der Bewohner für ihren persönlichen Energiebedarf und deren erwartete Reaktion darauf.

Das Projekt umfasst zwei Phasen: Zum einen die Konzeptionsphase, die mit einer Recherche zu bereits durchgeführten Projekten und dem Stand der Technik auf diesem Gebiet beginnt. Weiter werden in einer Konzeptstudie Energiesparpotentiale für ein solches System abgeschätzt und mögliche Systemarchitekturen ausgearbeitet und verglichen. Schliesslich sollen verschiedene Umsetzungsszenarien (Neubauten, Modernisierungen, ...) aufgezeigt werden. In der zweiten, der Umsetzungsphase, geht es darum, ein konkretes System zu planen und im iHomeLab, dem neuen Forschungslabor für intelligentes Wohnen, zu realisieren. Dort soll es getestet und den Besuchern in einer Demonstration näher gebracht werden.

Im Herbst 2008 wurde mit der Konzeptionsphase begonnen. Bis zum Jahresende wurden die folgenden Ziele definiert:

- **Recherche (WP1)**
 - **Energieeffizienz Projekte**
 - Welche Projekte und Untersuchungen zur Steigerung der Energieeffizienz in Haushalten durch Feedback an die Bewohner wurden bereits durchgeführt?
 - Was waren die Resultate dieser Vorhaben? Zu welchen Erkenntnissen und Ergebnissen ist man gekommen? Welche Massnahmen waren erfolgreich, welche weniger? Was hat man daraus gelernt?
 - **Stand der Technik**
 - **Energiemessung:** Welche Energieformen können im Haushalt gemessen werden. Welche Systeme und Produkte zur Messung existieren bereits?
 - **Kommunikation:** Wie gelangen die Daten vom Messsystem an einen Ort, an dem sie gesammelt und/oder angezeigt werden? Welche Technologien und Produkte gibt es auf dem Markt zur einfachen, zuverlässigen Datenübertragung.
 - **Sammeln und Auswerten der Daten:** Welche Möglichkeiten für die Speicherung von Daten gibt es? Mit welchen Technologien können die Daten geschickt ausgewertet werden?
 - **Anzeige:** Es gibt bereits begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch in einem Haushalt festzustellen und zu visualisieren. Welche Technologien und Methoden wurden dazu eingesetzt? Welche anderen Möglichkeiten und Produkte gibt es, die sich dafür eignen würden, jedoch bis jetzt nicht zur Energievisualisierung verwendet wurden?
- **Anforderungen (WP1)**
 - **Stakeholders**
 - Wer könnte wie an einem solchen System beteiligt sein? Was sind die Interessen der verschiedenen Gruppen? Festlegen der Prioritäten dieser Gruppen und Interessen in Bezug auf unser Projekt?
- **Konzeptstudie (WP2)**
 - **Sparpotential (Teilziel 2008)**
 - Wo kann prinzipiell im Haushalt Energie gespart werden?
 - Mit welchen Massnahmen kann im Haushalt Energie gespart werden?
 - Wie gross ist das Potential für die Einsparung von Energie in einem Haushalt durch MEGA?

Für die Resultate der Recherche und der Anforderungen wurde bis Ende Jahr ein Deliverable in Form eines Rechercheberichts definiert (Workpackage 1). Die Konzeptstudie ist Teil von Workpackage 2, das gestartet wurde und im Frühling abgeschlossen werden soll.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Arbeiten und Ergebnisse sollen anhand der vorangegangenen Zieldefinitionen für das Jahr 2008 erläutert und zusammengefasst werden:

PROJEKTE

Ausgangslage

Bei der Recherche sind wir auf eine Fülle von Projekten gestossen, welche sich zum Ziel gesetzt haben, das Verhalten von Bewohnern in Bezug auf ihren Energiebedarf genauer zu studieren. Die ersten Versuche und Studien sind bereits in den 70er und 80er Jahren durchgeführt worden. Damals waren vor allem Psychologen an den Resultaten interessiert, wie man Leute dahingehend beeinflussen kann, ihre Gewohnheiten nachhaltig zu ändern. Energieeffizienz und Umweltaspekte sind erst später hinzu gekommen. Bei den neueren Projekten, die durch ihre aussagekräftige und breite Datenbasis häufig zitiert werden, handelt es sich in erster Linie um Smart Metering Installationen und Piloten, die in den letzten beiden Jahren stark zugenommen haben. Nicht zuletzt deshalb, weil in vielen Ländern der Gesetzgeber die Installation von solchen Geräten in den nächsten Jahren vorschreibt und regelt [6]. Die meisten solcher Projekte findet man in den nordischen Ländern, Grossbritannien, Niederlande, Irland, Italien, USA, Kanada und Australien. Zu ähnlichen Unterfangen innerhalb der Schweiz haben wir wenig Material entdeckt. Man findet Hinweise auf Hochschulprojekte zur Visualisierung von Energie und zu einem Pilotprojekt der ewz. Ein Abriss der wichtigsten Projekte gibt Tabelle 1.

TABELLE 1: NEUERE PROJEKTE UND STUDIEN MIT ENERGIEFEEDBACK AN BEWOHNER

Ort	Dauer	Grösse (Haushalte)	Einsparnisse	Resultate
Norwegen	1996-1999	50000	4-8%	4-8% Einsparung durch verbesserte Rechnungen mit Grafiken, bis zu 10% mit Rechnungen mit Stromspartipps
Schweden	1998	288	0-20%	Bis zu 20% Einsparung (peak-load) mit einem Prepaid Keypad Zähler und mobilem Display
Irland	1999		3-10%	3-10% eingespart durch Prepaid Keypad Zähler (kWh/Kosten)
Italien	2005-2009	300000+	0-5%	5% durch automatisches Energiemanagement, ohne Feedback Geräte
Kalifornien	2003-2005	2500	-2-14.4%	Einsparung von 10-15% durch Time-of-use Informationen und Echtzeit Energiedisplays.
Ontario	2006-2007	373	4 -7.4%	Echtzeitdisplays, Smart Thermostaten und Beratung; Reduktion der von 8-25% (Peak Load)
Australien	2008-		25%	25% Reduktion; 30 Minuten Feedback, Rotes Licht und Alarm für kritische Spitzenlastperioden und Beratung

Die Resultate der Studien variieren relativ stark, da die Projekte sehr unterschiedliche Methoden angewandt haben, das Verhalten zu ändern. Trotzdem oder gerade deswegen lassen sich einige generellen Aussagen zu den Resultaten dieser Projekte machen. Nützlich waren hier vor allem Quellen, die ihrerseits die Resultate von Dutzenden solcher Projekte analysiert und kategorisiert haben [2][3][4].

Allgemein gilt es zu sagen, dass das Wissen um die Wichtigkeit Energie einzusparen bei der Bevölkerung in den Industrienationen durchaus vorhanden ist, allerdings fehlt bei vielen die direkte Verbindung vom Energiesparen zum eigenen Verhalten im Alltag. Die Transformation dieses Wissens in ein tieferes Bewusstsein und letztlich in eine Verhaltensänderung wird in Zukunft weiterhin Ziel sein, um nachhaltig Energie zu sparen.

Schlüsselfaktoren für ein umweltrelevantes Handeln

Umweltpsychologen haben verschiedene Modelle entwickelt, um das umweltrelevante Handeln zu erklären und eine Basis für eine erfolgreiche Verhaltensänderung zu schaffen. Grundsätzlich geht

man davon aus, dass ein Verhalten, das über 3 Monate oder länger stetig erlernt und angewandt wurde, eine grosse Chance hat, selbstverständlich zu werden.

Nebst dem Verständnis von Verhaltensmodellen hat sich die Rückmeldung/Feedback auf ein bestimmtes Verhalten als sehr erfolgreich erwiesen. **Feedback** schliesst die Lücke zwischen bewusster Handlung und deren Erfolg. Ausserdem ist Feedback jeglicher Art ein essentieller Bestandteil jedes Lernprozesses. Es hat sich gezeigt, dass **interaktive** Systeme, die dem Benutzer/Verbraucher die Wahl lassen, zusammen mit verständlichen und attraktiven Darstellungen (oder historische/ mittelwert Quervergleiche), am erfolgreichsten waren.

Die Erfahrungen aus zahlreichen Studien mit dem Fokus auf Feedback, haben zu folgenden Kernaussagen geführt:

Feedback ist eine erfolgreiche Methode, um Bewohner dazu zu bringen, Energie zu sparen und ganz generell umweltbewusster zu handeln. Kriterien für besonders erfolgreiche Projekte sind in Tabelle 2 aufgelistet.

TABELLE 2: KRITERIEN FÜR ERFOLGREICHES FEEDBACK

Gutes Feedback...	Bemerkungen
...basiert auf dem aktuellen Verbrauch	In vielen Ländern basieren die Daten auf den Rechnungen auf Schätzungen, da die Rechnungen häufiger gestellt werden, als aktuelle Daten der Zähler zur Verfügung stehen.
...ist klar, verständlich und attraktiv präsentiert	Scheint selbstverständlich, ist aber oft nicht der Fall.
...ist einfach und jederzeit zugreifbar	Nicht nur über einen Zähler im Keller.
...wird häufig aktualisiert	Idealerweise täglich oder häufiger. Das hilft dem Bewohner auch besser Ursache und Wirkung zu erkennen.
...bietet verschiedene Darstellungsformen	Es ist eine Utopie, dass EINE Darstellung für alle verschiedenen Bewohnergruppen ausreicht.
...ist interaktiv und lässt dem Bewohner Auswahlmöglichkeiten	Vermittelt ein Gefühl von Kontrolle.
...lässt sich nach Untergruppen aufschlüsseln	Nur den Gesamtverbrauch anzuzeigen bringt nicht so viel. Man soll die Daten nach Möglichkeit, nach einzelnen Verbrauchern, nach Raum, Verwendungszweck etc. aufschlüsseln können.
...wird über einen längeren Zeitraum gegeben	Damit der Lernprozess einsetzt und sich das Verhalten nachhaltig ändert.
... kann historische Vergleiche oder Durchschnittsvergleiche enthalten	Historisch: Vergleich mit letztem Jahr etc. Durchschnitt: Vergleich mit anderen Haushalten

Die oben aufgelisteten Kriterien lassen sich intuitiv meist leicht nachvollziehen. Aus den vorhandenen Daten lassen sich aber auch Rückschlüsse ziehen welche Informationen über Energie eher weniger oder nur in einem bestimmtem Kontext (Bewohner mit hohem/niedrigem Verbrauch, kultureller Hintergrund, Einkommen etc.) funktioniert haben. Neben der Aussage, dass Feedback an sich bereits etwas bringt, wird auf die mögliche Wirksamkeit von zusätzlichen motivierenden Faktoren hingewiesen (persönliche Beratung, Wettbewerb, Ziele setzen etc.). Diese sollten jedoch sorgfältig gewählt werden, da sie sich sonst sogar negativ auswirken könnten oder nicht nachhaltig sind. Zum Beispiel wirken Belohnungen in der Regel nur, solange sie angeboten werden. Fallen sie weg lässt auch die Motivation nach.

Potential

Ausgehend von der Projektanalyse sehen wir durchaus Potential für neue Lösungen. Generell kommt der Energie weithin nur wenig emotionale Bedeutung zu. Energie unterscheidet sich massgeblich von anderen Konsumgütern. Gerade elektrische Energie ist abstrakt, unsichtbar und hat keine feste Form. Kurz: Langweilig. Einer der wichtigsten Faktoren um Verhalten nachhaltig zu verändern ist die stetige Motivation. Eine vielleicht bisher zu wenig beachtete Möglichkeit die Motivation zu steigern, ist der Faktor der Emotion.

Bei der Darstellung und Visualisierung von Energie gibt es unserer Meinung nach noch einiges an Potential. Häufig sind die Lösungen eher technisch angehaucht und schwer verständlich. Auf die Gestaltung wurde weniger Wert gelegt. Weitere Ansätze könnten über einen Umweg zum Ziel führen. So könnte man die Energieinformationen in andere Informationen einbetten, die den Bewohner im Moment mehr interessieren oder die er bereits automatisch regelmässig konsultiert. Man könnte sich z.B. eine Integration in eine Wetterstation, einen Radiowecker oder Fernseher vorstellen etc.

Weiter wurde eine Dynamik zwischen den Bewohnern im kollektiven Sinne wenig untersucht (Gemeinschaftsgefühl). Es könnte doch sinnvoll sein, anstelle vom individuellen Verbrauch die kollektiven Ersparnisse aller „Sparer“ zu zeigen. So kommt man sich als „Einzelsparer“ nicht so machtlos vor. Ausserdem könnten andere gruppenspezifische Prozesse weitere „Schubwirkung“ erzeugen. Eine mögliche Vorgehensweise wäre der Versuch eine Analogie zum kollaborativen Web 2.0 abzuleiten. Dessen Erfolg ist neben ein paar mehr oder weniger neuen Technologien in erster durch den aktiven Einbezug der Teilnehmer zu erklären (Facebook, Wikipedia etc.). Energiesparen könnte für Junge „hipp“ werden, weil es alle anderen auch tun. Man könnte sich sogar eine Art Ecolabel z.B. in Facebook vorstellen, das einen als besonders vorbildlich auszeichnet.

STAND DER TECHNIK

Wie bereits erwähnt, wurden vier Bereiche genauer unter die Lupe genommen: Energiemessung, Kommunikation, Sammeln und Auswerten der Daten und Anzeige. Als erstes wurde versucht, die Möglichkeiten in jedem Bereich generell aufzuzeigen. In einem zweiten Schritt wurden Beispiele für bereits auf dem Markt erhältliche Lösungen aufgelistet. Eine kurze Zusammenfassung:

- Auf den ersten Blick fällt vor allem auf, dass viele neue Produkte rund um das Smart Metering auf den Markt kommen. Zunehmend treten Unternehmen in Erscheinung, die zuvor nicht im klassischen Metering Markt präsent waren. Das reicht von Herstellern von Automatisierungskomponenten (z.B. Hager, Feller), bis zu Energieunternehmen (Yello Strom, EnBW), die nun intelligente Haushaltszähler selbst anbieten.
- Jede Aussage über den Energieverbrauch hat einmal mit einer Messung angefangen. Die Ansätze und Lösungen reichen von hochpräzisen Smart Meters, mit denen jedoch nur der Gesamtverbrauch gemessen wird, über verteilte Sensorknoten, die zwar weniger genau messen, jedoch eine Zuordnung auf einzelne Verbraucher erlauben, bis hin zu einfachen statistischen Methoden, bei denen nur der Grundzustand eines Gerätes (ein/aus) berücksichtigt und für den Verbrauch ein Wert aus dem Herstellermanual hinzugezogen wird. Erfahrungen aus den Pilotprojekten zeigen, dass bessere Resultate erzielt werden, wenn man dem Bewohner detaillierte, wenn möglich nach Verbrauchern aufgeschlüsselte, Informationen zur Verfügung stellt. Dazu sind die heutigen Smart Metering Ansätze nicht in der Lage¹. Auf der anderen Seite ist die Ausstattung sämtlicher Verbraucher mit Sensoren aufwändig und teuer. Möglicherweise wird in Zukunft jedes Gerät über eine Möglichkeit verfügen, seinen Momentanverbrauch zu messen, bis es jedoch soweit ist, sind sinnvolle Kompromisse gefragt.

¹ Es gibt Ansätze, von Änderungen im Verlauf des Gesamtverbrauchs auf einen bestimmten Verbraucher zu schliessen. Dies geschieht aufgrund der mehr oder weniger eindeutigen Spur, der „Signatur“, die ein solcher Verbraucher hinterlässt, wenn man ihn z.B einschaltet. Zeitinformationen können als Ergänzung für die Identifikation hinzugezogen werden. Man versucht also (manuell oder durch Automatismen) herauszufinden, was einen bestimmten Peak im Verlauf hervorgerufen haben könnte. Man schaltet den Backofen ein und beobachtet den Gesamtverbrauch. Solche Verfahren haben sich jedoch in Versuchen als aufwändig und eher unzuverlässig erwiesen.

- Neben den klassischen Zählerkommunikationsprotokollen (DLMS/COSEM, IEC61107, M-BUS) entstehen neue, XML basierte Varianten (SML), die den Einzug von TCP/IP auch in diesem Bereich zementieren. Das zeigen auch die zahlreichen Ansätze, die Energiedaten über einen Browser abzurufen. Andere, ursprünglich nicht für solche Daten entwickelte, Standards versenden Nachrichten mit Energiewerten (KNX, LON, ZigBee, HomePlug, Z-Wave). Daneben gibt es diverse proprietären Methoden, einen Messwert vom Zähler weiter zu kommunizieren, denen wir jedoch nicht allzu hohe Chancen einräumen. Auf physikalischer Ebene interessant für den Ansatz einzelne Verbraucher zu messen und dennoch nicht zuviel Aufwand zu treiben, sind neuere drahtlose Sensornetzwerk-Technologien (ZigBee, Z-Wave) oder solche, die über das Stromkabel kommunizieren (HomePlug, digitalSTROM). ZigBee verfügt bereits über ein Smart Energy Profil, das alle Belange des Smart Metering abdeckt (von Simple Metering über In-House Displays bis zu Load Curtailment). Es deutet vieles darauf hin, dass es nicht DIE Kommunikationstechnologie geben wird. Das hat sich auch aus der Erfahrung im Smart Home Bereich gezeigt. Es existieren dutzende von konkurrierenden Vernetzungstechnologien für Gebäude. Das wird wohl auch noch eine ganze Weile so bleiben. Was der Integration von solchen Lösungen in ein Gesamtsystem nicht gerade zuträglich ist. Zu hoffen bleibt jedoch, dass sich die unterschiedlichen Technologien zumindest irgendwann ohne grossen Aufwand kombinieren lassen oder gar kompatibel zueinander sind. Auf grosses Interesse ist deshalb die Initiative gestossen, in der sich die ZigBee und die Homeplug Powerline Alliance zusammengeschlossen haben, um auf Applikationsebene ein gemeinsames Protokoll zu verwenden.
- Vor allem auch im Bereich der Anzeigen ist man auf interessante Ansätze gestossen, wie man Energieaspekte visualisieren könnte. Man findet Lösungen die lediglich auf eine Verbesserung der Darstellung von Informationen auf Rechnungen abzielen. Es existieren einfache „Ampelanzeigen“ oder „Ambient Displays“, die nur einen einfachen Indikator zeigen oder in bestimmten Situationen ein Signal auslösen, tragbare Anzeigedisplays, komplexe Browserlösungen, Wandpanels oder auch Darstellungen auf Mobiltelefonen. Bei der Recherche hat sich jedoch gezeigt hat, dass bis jetzt relativ wenig investiert wurde um die Visualisierung der Energie an sich bzw. das Benutzerinterface eines solchen Systems genauer zu untersuchen. Abbildung 2 soll einen kleinen Eindruck über die Fülle an verschiedenen Anzeigetypen vermitteln.



ABBILDUNG 1: ENERGIE VISUALISIERUNGEN

ANFORDERUNGEN

Man hat sich als erstes auf die Identifikation von Stakeholdern und deren Interessen konzentriert. Es galt also herauszufinden, wer in welcher Hinsicht an einem solchen System beteiligt sein könnte und wie die Beziehungen zwischen diesen Interessengruppen aussehen. Aus diesen Informationen wird schließlich auf die Systemanforderungen aus Sicht der verschiedenen Stakeholders geschlossen. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht.

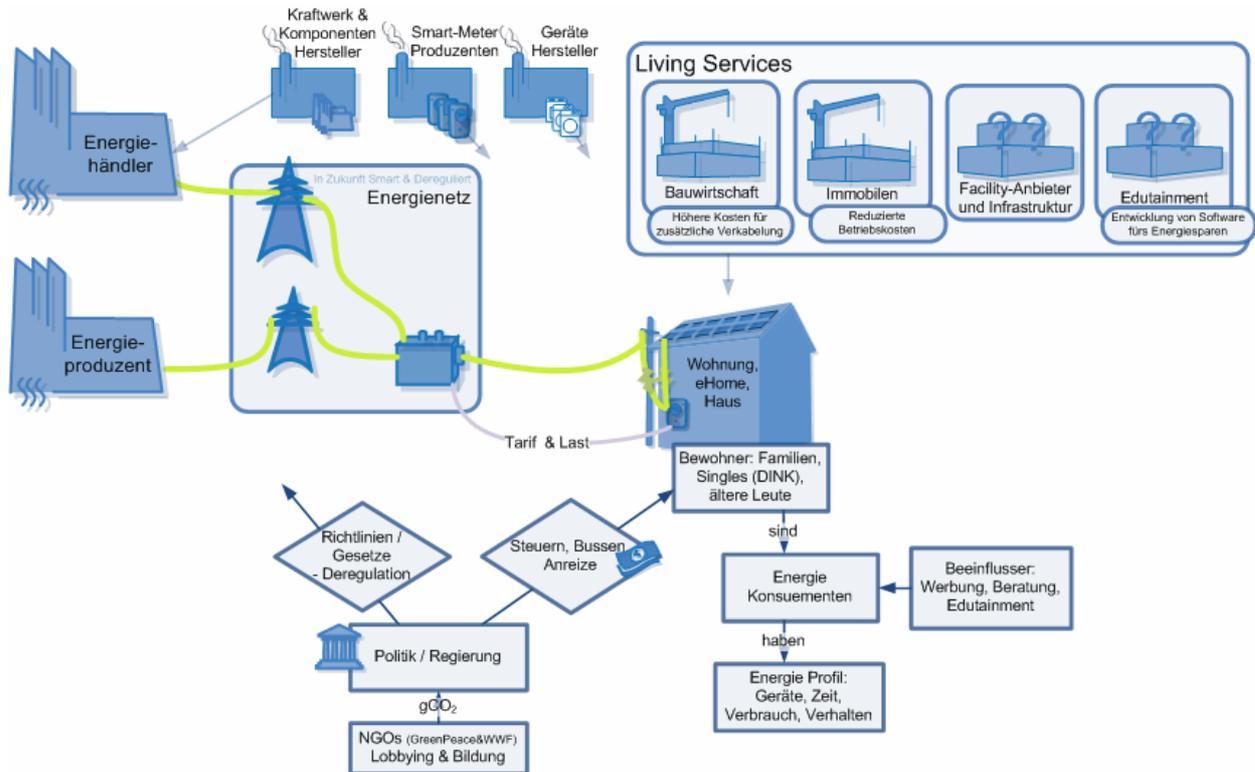


ABBILDUNG 2: STAKEHOLDERS

SPARPOTENTIAL

Allgemein

Wie aus den Erhebungen des BFE hervorgeht, werden rund 50% des schweizerischen Primärenergieverbrauchs für Gebäude aufgewendet. Darunter fallen ~27% auf Wohnbauten [7]. Der Löwenanteil, rund 85% des Energieverbrauchs in Haushalten, wird für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt [8].

Das enorme Sparpotential das in Gebäuden steckt wurde in den Industriestaaten erkannt. Es wurden mehrere Programme rund um die Energieeffizienz in Gebäude gestartet, Darunter ist auch eines des BFE [8]. Die unterschiedlichen Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten betrachten. Um das Potential für MEGA genauer abzuschätzen, beginnen wir mit einer Gesamtübersicht von Gebäudesparmassnahmen und versuchen danach, uns auf die für das Projekt relevanten Punkte zu konzentrieren. Als Basis dafür dient die Tabelle aus [9] (Tabelle 1).

TABELLE 3: SPARPOTENTIALE GEBÄUDE ALLGEMEIN

Bereich	Einsparpoten- tial in %	Amortisation in Jahren	Massnahmen
Betrieb	5-20%	0-5	Nutzerverhalten, Energiesparen, aktives Energiemanagement.
Anlagentechnik	10-60%	2-10	HLK (Komfortlüftung, Einzelraumsteuerung...), Kälte, Warmwasser, Beleuchtung, effiziente Geräte, Tarif- und Lastkontrollsysteme, Automatisierung
Gebäudehülle	> 50%	10-60	Dämmung, Fenster, Wärmebrücken, Bauphysik

Vorbedingungen, Einschränkungen und Annahmen

Um eine Aussage über das Sparpotential zu machen, wurde der Fokus von MEGA genauer definiert. Es gelten die folgenden Aussagen:

- Das Projekt konzentriert sich in erster Linie auf elektrische Energie, die bei Haushalten rund 26% des Gesamtverbrauchs ausmacht. Trotzdem sollen die restlichen 74%, die durch andere Energieträger wie Öl, Gas, Holz, Fernwärme abgedeckt werden und weitere Ressourcen, wie z.B. Wasser, in das Systemdesign miteinbezogen werden.
- MEGA geht davon aus, dass der Bewohner selbst, wenn er sich seines persönlichen Energiebedarfs bewusst ist, durch (manuelle) Aktionen energiesparende Aktionen ausführt. Es gilt zu erwähnen, dass viele dieser Aktionen auch automatisiert werden können. Man findet diverse Projekte, die das Sparpotential durch den Einsatz von Gebäudeautomatisierung, im Zweckbau und in residentiellen Gebäuden, untersucht haben [9][10], Darunter waren auch adaptive Systeme unter Einbezug des Benutzers, die sowohl bei Beleuchtung wie auch bei der Heizung im besten Fall bis zu 45% Einsparungen gebracht haben [11].
- Die Betrachtung fokussiert vor allem auf den Zustand, wie er sich heute präsentiert. Für Aussagen, die sich auf die Zukunft beziehen, sollten Aspekte wie die Zunahme von elektrischen und elektronischen Geräten im Haushalt, Verbesserung der Effizienz dieser Geräte und weitere technischen und sozioökonomischen Entwicklungen mit berücksichtigt werden.
- MEGA richtet sich an die Bewohner. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese allen Einfluss auf die tatsächlich eingesparte Energie ausüben. Dabei spielen Faktoren wie Alter, Bildungsstand, sozialer Status, Wohnform etc. eine Rolle. Wir haben versucht, diese in die Stakeholder Map mit einzubeziehen und auch bei den Sparpotentialen zu berücksichtigen.
- Ebenfalls nicht im Hauptfokus von MEGA liegen „Load Control“ (Lastkontrolle) und „Demand Response“ Massnahmen, zu denen man zahlreiche Arbeiten und Projekte findet. Energiereduktionen sind hier jedoch Nebeneffekte, da diese Massnahmen eher darauf abzielen, die Lasten anders zu verteilen um damit unter anderem Lastspitzen zu brechen. Das dient vor allem den Energieproduzenten und Transporteuren und kann sich durch neue Tarifsysteme im Geldbeutel des Verbrauchers niederschlagen. Man geht jedoch davon aus, dass die Energie in Summe in etwa dieselbe bleibt.
- Energieproduktionsaspekte, unter die auch die dezentrale Produktion oder alternative Energien gehören sollen wenn möglich berücksichtigt werden. Mit solchen Anlagen wird auch die Sensibilität des Bewohners für Energieflüsse gesteigert und häufig gelangen dadurch auch neue Informationsquellen wie Displays über erzeugte und eben auch verbrauchte Energie ins Haus.

Sparpotential MEGA

Bezogen auf Tabelle 3 bewegt sich MEGA in den Bereichen „Betrieb“ und „Anlagentechnik“. Grundsätzlich will man die Bewohner dazu bewegen, von sich aus:

1. Ineffiziente Geräte zu identifizieren und durch effiziente Geräte zu ersetzen.
2. Heizung, Beleuchtung und alle anderen Geräte nur dann zu betreiben, wenn sie wirklich benötigt werden.

3. Den Verbrauch im Betrieb im Sinne der Energieeffizienz zu optimieren (Heizung herunterdrehen, Stromsparmodes gebrauchen etc.).
4. Evtl. ihre generellen Gewohnheiten etwas zu ändern und manchmal etwas anders oder nicht zu tun, weil man sich Bewusst ist, dass es viel Energie benötigt. Auch wenn hier das Potential wohl eher klein ist, da man grundlegende Lebensgewohnheiten ändern müsste.

Zum Energiesparpotential durch den Ersatz von ineffizienten Verbrauchern (Punkt 1) findet man Informationen in diversen Energiesparbroschüren [12]. Für die Punkte 2-3 wurde untersucht, mit welchen konkreten Aktionen die Bewohner Einfluss auf den Energieverbrauch nehmen können, ohne dabei auf Komfort verzichten zu müssen. Daten zu diesen Punkten wurden wie oben bereits gesehen, Smart Metering und diversen anderen Projekten gesammelt, die in irgendeiner Form darauf abzielten, das Verhalten der Bewohner in Richtung höhere Energieeffizienz zu beeinflussen.

TABELLE 4: SPARPOTENTIALE MEGA (RECHERCHE)

Bereich	Einsparpotential in %	Massnahmen
Betrieb	1.1-25%	Punkte 2-4 erreicht durch Feedback, Information, Reviews, Beratungen...
Anlagentechnik	40-60%	Punkt 1, Energieeffiziente Geräte

Studien haben also gezeigt, dass alleine durch Änderungen im Verhalten von Bewohnern im Durchschnitt 5-12%, im besten Fall bis zu 25% des Energiebedarfs eines Haushalts eingespart werden kann.

Nachdem das Sparpotential aufgrund der Literatur- und Internetrecherche abgeschätzt wurde, möchten wir als nächstes anhand von Musterhaushalten ein einfaches, interaktives Modell erstellen, um genauer zu untersuchen, wie verschiedene Bewohnertypen und entsprechende Maßnahmen sich auf den Energieverbrauch im Haushalt auswirken könnten.

IHOMELAB

Wie im MEGA Antrag beschrieben, ist gegen Schluss des Projekts ein Demonstrator geplant. Dieser soll im iHomeLab, der neuen Denkfabrik und Forschungslabor auf dem Kampus der Hochschule Lu-



ABBILDUNG 3: IHOMELAB UND INSTALLIERTE MESSEINRICHTUNGEN

zern verwirklicht werden. Das iHomeLab wurde am 28. November 2008 eröffnet, womit auch ein Teil einer möglichen Infrastruktur für MEGA bereits den Betrieb aufgenommen hat. So sind z.B. Smart Meter (Landis+Gyr, Hager) und KNX Busaktoren mit Strommessfunktionalität (Feller) im iHomeLab installiert. Auch dazukommen sollen digitalSTROM Komponenten, sobald diese in 2009 für uns verfügbar werden.

Nationale Zusammenarbeit

Kontakt zwischen Herrn Dr. Justus Gallati und econcept. Econcept verfügt über weitreichende Erfahrungen mit Projekten im Energiebereich und ist Initiator eines BFE Projekts zum Thema Smart Metering, das z.T. ähnliche Ziele verfolgt wie MEGA. Für nächstes Jahr ist eine engere Zusammenarbeit mit econcept geplant.

Das iHomeLab wird von über 30 Partnern aus Industrie und Forschung unterstützt. Viele davon sind an den Resultaten von MEGA interessiert und sollen soweit möglich in das Projekt eingebunden werden. Neben Energieproduzenten, die MEGA direkt unterstützen (BKW, ewz), sind auch andere Energiedienstleister und Geräte bzw. Systemhersteller Partner des iHomeLab (z.B. Feller, Hager oder digitalSTROM).

Internationale Zusammenarbeit

Bei der Teilnahme an der diesjährigen e/home Messe und Kongress in Berlin konnten erste Kontakte zu deutschen Firmen und Institutionen geknüpft werden. Die Schwerpunkte der diesjährigen e/home waren „Energy Efficiency and the Connected Home“ und „Assisted Living“. In erster Linie fand dabei ein Informationsaustausch zu Aktivitäten und Pilotprojekten rund um den deutschen e-energy [13] Wettbewerb und Smart Metering statt.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Nachdem das Aufsetzen des Projekts und das Aufgleisen der 3 Projektpartner und des MEGA Teams im Herbst etwas länger gedauert haben als angenommen, konnte mit der für den ersten Meilenstein geplanten Recherche begonnen werden. Die Arbeiten daran sind gut voran gekommen und werden bis Ende Jahr abgeschlossen sein. Wir haben einen breiten Überblick über vergangene und aktuelle Projekte und Produkte erhalten. Es wurden Stakeholders identifiziert und erste Überlegungen zu den Sparpotentialen angestellt. Somit sind auch die Ziele, die wir uns für 2008 gesteckt haben, zum grössten Teil erfüllt.

Es erscheint uns wichtig die Zeit, die benötigt wird um die Grundlagen für MEGA zu erarbeiten, einzusetzen bevor mit Konzepten und Design für eine konkrete Lösung begonnen wird. Anfangs 2009 soll also die Arbeit an der Konzeptstudie fortgesetzt werden. Wir möchten uns noch detaillierter mit den Bewohnern selbst, dem Sparpotential und der Motivation Energie zu sparen auseinandersetzen. Danach werden einzelne Konzepte erarbeitet und verglichen. Nach der Planung eines Prototypen ist bis Ende 2009 eine Demonstration im iHomeLab geplant.

Referenzen

- [1] **iHomeLab**, Schweizer Denkfabrik und Forschungslabor für intelligentes Wohnen, Hochschule Luzern Technik&Architektur [Online] <http://www.iHomeLab.ch>
- [2] **Making it obvious: designing feedback inot energy consumption**, Sarah Darby, Environmental Change Institute, University of Oxford, Proceedings, 2nd International Conference on Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting. Italian Association of Energy Economists/ EC-SAVE programme (2000).
- [3] **The effectiveness of feedback on energy consumption**. Sarah Darby, Environmental Change Institute, University of Oxford A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. Environmental Change Institute, University of Oxford (2006)
- [4] **Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?**, Corinna Fischer, *Energy Efficiency*, Vol. 1, No. 1. (3 February 2008), pp. 79-104.
- [5] **Smart Meters: Commercial, Policy and Regulatory Drivers**, Gill Owen and Judith Ward, Published by Sustainability First (2006)
- [6] **Smart Metering – die Zukunft hat begonnen**, Martina Schramm, Landis+Gyr GmbH Deutschland, Präsentation anlässlich der e/home Konferenz 2008 in Berlin, [Online] http://www.ehome-berlin.de/download_praesentationen
- [7] **Bundesamt für Energie BFE – Rationelle Energienutzung in Gebäuden**, [Online] <http://www.bfe.admin.ch/themen/00507/00607/index.html?lang=de>

- [8] **Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszwecken**, Bundesamt für Energie BFE, Energiewirtschaft, April 2008
- [9] **Energieeffizienz durch Einsatz von Raum- und Gebäudeautomation mit Bezug zur DIN V 18599 und EN 15232**, Prof. Dr.-Ing. Martin Becker, Fakultät Architektur & Gebäudetechnik, Hochschule Biberach, Präsentation GLT-Anwendertagung 2007, Berlin
- [10] **Energieeffizienz mit KNX**, KNX Association, <http://www.knx.org>
- [11] **Adaptive Automation: brachliegendes Energiesparpotential für Wohngebäude**, Dr. Thomas Schumann, Adhoco AG, Präsentation anlässlich der e/home Konferenz 2008 in Berlin, [Online] http://www.ehome-berlin.de/download_praesentationen
- [12] **Mehrfamilienhäuser energetisch richtig erneuern**, Broschüre gratis zu beziehen [Online] http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_794744386.pdf
- [13] **E-Energy, ICT-based Energy System of the Future**, Federal Ministry of Economics and Technology, Germany, April 2008, [Online] http://www.e-energie.info/pdf/2008_04_%20Broschuere%20BMW_i_Leuchturnm_EEnergy.pdf