



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Jahresbericht 26. November 2009

MEGA

Mehr Energieeffizienz durch Gezielte
Anwenderinformation

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Elektrizitätstechnologien & -anwendungen
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

BKW FMB Energie AG (Bernische Kraftwerke), CH-3000 Bern
ewz (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) Stromsparmündung, CH-8050 Zürich
Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt - Energiefachstelle, CH-4051 Basel
Swisscom, CH-3050 Bern

Auftragnehmer:

Hochschule Luzern - Technik & Architektur, CEESAR - iHomeLab
Technikumstrasse 21
CH-6048 Horw
www.ihomelab.ch

Autoren:

Rolf Kistler, Hochschule Luzern - T & A, CEESAR - iHomeLab, rolf.kistler@hslu.ch
Michael Fercu, Hochschule Luzern - T & A, CEESAR - iHomeLab, michael.fercu@hslu.ch
Armin Egli, Hochschule Luzern - T & A, CC DSSS, armin.egli@hslu.ch

BFE-Bereichsleiter: Dr. Michael Moser

BFE-Programmleiter: Roland Brüniger

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 102668 / 153458

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

MEGA	1
Inhaltsverzeichnis	3
Zusammenfassung	4
Projektziele	4
Hauptziel und Projektphasen	4
Ziele für 2009	5
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse	5
Recherche und Anforderungen	5
Energie und Motivation	5
Projekte und Studien	7
Existierende Technologien, Produkte und Systeme	8
Anforderungen	9
Konzeptstudie	10
Systemkomponenten	10
Systemarchitekturen	11
Umsetzungsszenarien und Planung	12
Systemvorschläge	12
Demonstrator im iHomeLab	13
Eigenschaften	13
Optionen und Varianten	13
Technologien	13
Architektur	14
Visualisierung	15
Nationale Zusammenarbeit	15
Internationale Zusammenarbeit	16
Bewertung 2009 und Ausblick 2010	16
Referenzen	17
Anhang	17
Systemfeatures	17

Zusammenfassung

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

Im Jahr 2009 wurde die mit dem Projektstart (Oktober 2008) begonnene Recherche ausgeweitet und vertieft. Es wurden weitere Grundlagen zum Thema „Energie und Motivation“ erarbeitet. Dabei ging es in erster Linie darum, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie man die Zielgruppe der Bewohner eines Haushalts nachhaltig dazu bewegen kann, Energie zu sparen. Das geht nur, wenn psychologische Effekte (z.B. aus der Lerntheorie) und einfache, intuitive Technik eng miteinander verknüpft werden.

Die Liste der bereits zum Thema Energieeffizienz in Privathaushalten und Feedbacksystemen durchgeführten Projekten und Studien ist weiter angewachsen. Zudem ist eine umfangreiche Kollektion an existierenden Technologien, Produkten und Systemen entstanden, die zur Problemlösung beitragen können. Sie beim Tempo der gegenwärtigen Entwicklung auf diesem Gebiet aktuell zu halten, wird zunehmend schwierig.

Die Erfahrungen aus den Recherchen sind in die Konzeptionsphase eingeflossen. Nach der Analyse der Interessengruppen - insbesondere der Bewohner selbst - und den daraus resultierenden Anforderungen (technische Anforderungen und Systemfeatures), wurden verschiedene Architekturen für ein „MEGA“-System erarbeitet, evaluiert und ein ansprechendes Visualisierungskonzept dazu erstellt. Schliesslich wurden vier verschiedene Umsetzungsszenarien dokumentiert, von denen eines nun im iHomeLab als Demonstrator umgesetzt wird. Die Umsetzungsphase hat bereits begonnen und erste Teile eines von Mess-, Kommunikations- und Visualisierungstechnologie unabhängigen, modular aufgebauten „Cores“ für die Auswertung der Energiedaten wurden implementiert.

2010 wird der Demonstrator fertig gestellt, das Projekt abgeschlossen und die Ergebnisse zu den Partnern transferiert.

Projektziele

Hauptziel und Projektphasen

Das Hauptziel des MEGA Projekts ist es, eine einfache, massentaugliche und möglichst effiziente Lösung zu erforschen, um den Energiebedarf in Privathaushalten zu senken bzw. die Energieeffizienz zu steigern. Die Lösung soll in einem Prototyp technisch umgesetzt und demonstriert werden. Erreicht werden sollen die Einsparungen auf der Grundlage eines geschärften Bewusstseins des Bewohners für seinen persönlichen Energieverbrauch und dessen erwartete Reaktion darauf. Man erhofft sich, dass ein solches Bewusstsein entsteht oder verstärkt wird, indem Energiedaten im Haushalt erhoben, geschickt aufbereitet und dem Bewohner situativ und in für ihn geeigneter Form präsentiert werden.

Das Projekt umfasst zwei Phasen:

1. Zur **Konzeptionsphase** gehört eine Recherche der bereits durchgeführten Projekte und dem Stand der Technik, in erster Linie auf dem Gebiet der Energiefeedbacksysteme. Weiter werden in einer Konzeptstudie die zu erwartenden Energiesparpotentiale für ein solches System abgeschätzt, die Interessengruppen mit Fokus auf den Endbenutzer etwas genauer unter die Lupe genommen, sowie mögliche Systemarchitekturen ausgearbeitet und verglichen. Schliesslich sollen verschiedene Umsetzungsszenarien aufgezeigt werden.
2. In der **Umsetzungsphase** geht es darum, ein konkretes System zu planen und im iHomeLab, dem Forschungslabor für intelligentes Wohnen, umzusetzen. Dort soll es getestet und den Besuchern in einer Demonstration näher gebracht werden.

Ziele für 2009

Bis Ende 2009 soll die Konzeptionsphase (WP 1-3) weitgehend erfolgreich abgeschlossen sein und die Umsetzungsphase (WP 4-5) begonnen haben. Der Demonstrator wird im Frühling 2010 fertig gestellt sein und den Abschluss des Projekts einleiten.

Konkret wurden für das Jahr 2009 die folgenden Ziele definiert:

– Recherche, Anforderungen (WP1):

- **Energie und Motivation:** Untersuchung und Dokumentation des Umfelds, in dem das System eingesetzt wird (Alltagshaushalt) und Identifikation erfolgversprechender Faktoren, die die Bewohner nachhaltig dazu motivieren, Energie zu sparen.
- **Projekte und Studien:** Abschliessen der Liste mit den bis dato durchgeführten und für MEGA relevanten Projekte und Studien zur Energieeffizienz in Privathaushalten mit Fokus auf Sensibilisierung und Feedback.
- **Existierende Technologien, Produkte und Systeme:** Abschliessen der Recherche und Überblick zum Stand der Technik. Ziel auf Systemebene: Bisher realisierte Systemansätze konzeptionell beschreiben und je ein gutes Beispiel aufführen.
- **Anforderungen:** Die Interessengruppen auflisten, die Endbenutzer (Bewohner) untersuchen und wenn möglich kategorisieren. Technische Anforderungen festlegen und schliesslich eine Featureliste für das MEGA-System aufstellen.

– Konzeptstudie (WP2):

- **Systemarchitektur:** Aufgrund der Features die Systemkomponenten eruieren und mögliche Systemarchitekturen erarbeiten und bewerten.
- **Visualisierung:** Konzepte für die Präsentation bzw. Energievisualisierung untersuchen und dokumentieren.

– Umsetzungsszenarien und Planung (WP3):

- **Systemvorschläge:** Aus den Systemarchitekturen konkrete Vorschläge für mögliche Umsetzungen in verschiedenen Szenarien ableiten.
- **Planung:** Das Szenario „Demonstrator im iHomeLab“ detaillierter ausarbeiten, Hardware und Softwareframeworks evaluieren.

– Demonstrator (WP4):

- **Umsetzung:** Start der Umsetzung des Demonstrators im iHomeLab aufgrund der Planung von WP3.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Nachfolgend sollen die Arbeiten und Ergebnisse anhand der vorangegangenen Zieldefinitionen für das Jahr 2009 erläutert und kurz zusammengefasst werden.

Recherche und Anforderungen

Energie und Motivation

Eine der Hauptfragen, die man sich für MEGA stellen muss ist: „Wie motiviert man Menschen, Energie zu sparen?“. Die Beantwortung dieser Frage hat in einem ersten Schritt mehr mit Psychologie und Gesellschaft zu tun, als mit Technik.

Es sind drei Faktoren, die den Energieverbrauch von Haushalten grundsätzlich zu beeinflussen vermögen [1]:

- **Wissen:** Energiesparen im Haushalt muss als wichtiges und dringliches Anliegen erkannt werden. Die Bewohner müssen wissen, wo und wie man effizient Energie sparen kann.
- **Motivation und Antrieb:** Die Bewohner müssen motiviert sein, Energie zu sparen und dem eine hohe Priorität einräumen.
- **Fähigkeiten und Möglichkeiten:** Wenn keine einfachen, kostengünstigen Möglichkeiten bestehen, um Energie zu sparen, künden Bewohner Mühe an, sich zu engagieren. Dasselbe gilt, wenn es soziokulturelle oder ökonomische Gründe gibt, die dagegen sprechen.

Theoretische Modelle wurden entwickelt, die zu beschreiben versuchen, was der Motivation von Menschen zu Grunde liegt etwas zu tun oder zu lassen. Ein Teil dieser Modelle ist auch bereits praktisch umgesetzt worden. Entscheidend dabei ist, dass die damit erreichte Verhaltensänderung auf **einem freiwilligen, selbst gewählten Entscheid** beruht.

Im Zuge von Sensibilisierungs- und Informationskampagnen aus verschiedenen Bereichen wie Gesundheit, Umwelt oder Sicherheit wurden viele verschiedene **Motivationswerkzeuge** angewandt und getestet, die sich auch auf Energiethemen übertragen lassen. Es seien hier nur ein paar kurz erwähnt. Eine komplette Liste mit Beispielen findet man unter [2].

- Bekenntnis, Verpflichtung im Zusammenhang mit dem Setzen von Zielen
- Feedback
- Belohnungen, Geschenke, Strafen
- Normappelle (gesellschaftliche, persönliche Normen)
- Hinweise, Erinnerungen
- Informationsmaterial, Medienkampagnen, Workshops, Audits etc.
- Coaches aus der Nachbarschaft, gegenseitige Unterstützung und Gemeinschaftsgefühl
- Schulprogramme
- Mund zu Mundpropaganda
- Personalisierte, lebendige Kommunikation mit anschaulichen Beispielen
- Spiel, Spass, Spannung
- ...

Wir gehen mit Energiegrößen (kW, kWh, TJ...) im Alltag lange nicht so selbstverständlich um, wie mit Temperaturen aus Wetterprognosen, Megabytes aus dem Internet oder Benzinpreisen an der Tankstelle. Einige Möglichkeiten, die **abstrakten Energiebegriffe** etwas **interessanter und emotionaler** in die Haushalte zu transferieren und das Energiesparen attraktiver zu gestalten, wurden näher untersucht. Dabei hat es sich gezeigt, dass man für einen erfolgreichen „MEGA“-Ansatz unbedingt darauf zurückgreifen sollte. Dazu zählen z.B. das Einbetten von Energieinformationen in andere oft frequentierte Informationsdienste (Wetterstation, Google, Wikipedia...), kollektive Mechanismen (soziale Netzwerke wie Facebook), Multifunktionalität der Anzeige (SBB Fahrplan und andere Internetdienste, Bediengerät für Haussteuerung, Kontaktplattform zum Energieanbieter) usw.

Der Begriff Feedback und seine verschiedenen Ausprägungsformen (direkt, indirekt, ...) wurden bereits im Jahresbericht 2008 [3] eingeführt. Dort gingen wir auch ein auf die Wichtigkeit und Wirksamkeit von **direktem Feedback** im Zusammenhang mit Lernprozessen und Verhaltensänderungen im Allgemeinen und in Bezug auf den persönlichen Energieverbrauch im Speziellen. Die Arbeiten des Jahres 2009 haben hier vertiefte, aber keine grundlegend neuen Tatsachen hervorgebracht. So ist zum Beispiel eine detaillierte Liste der Parameter entstanden, die Einfluss auf die Qualität des Feedback und dessen Wirksamkeit ausüben. Und es sind Werte konkrete für die Parameter bestimmt worden. Zudem wurde ein einfaches Feedbackmodell für „MEGA-Systeme“ entwickelt. Die Ergebnisse sind in die technischen Anforderungen und in die Featureliste eingeflossen.

Auch zum **Sparpotential** wurden im Jahresbericht 2008 bereits Aussagen gemacht, die sich gemäss weiteren Recherchen bestätigt haben (Sparpotential von durchschnittlich 5-15%, höchstes 25% des elektrischen Energieverbrauchs der Haushalte). Die relativen Aussagen wurden weiter aufgeschlüsselt mit absoluten Zahlen aus schweizerischen Energiestatistiken hinterlegt [4][5]. Die eigenen Messungen am entstehenden Demonstrator und weitere geplante Feldtests zusammen mit den Projektpartnern (BKW...) werden zeigen, ob die theoretischen und aufgrund von Erfahrungen aus anderen Projekten ermittelten Werte auch auf „unsere“ Realität übertragen werden können. Auf weitere theoretische Untersuchungen und Modelle wurde deshalb verzichtet.

Ein relativ neues, sehr aktuelles und brisantes Thema, das vor allem mit der Diskussion rund um die Einführung von Smart Meters aufgekommen ist, ist die **Sicherheit** der Energiedaten in Bezug auf die **Privatsphäre**. Diese Sicherheit sollte von Anfang an mit berücksichtigt und nicht (wie oft) am Schluss als Anhängsel dem System aufgeschnallt werden. Denn aus dem detaillierten Verlauf der Energieflüsse in einem Haushalt können viele Rückschlüsse auf das Verhalten der Bewohner gezogen werden. Das kann Angst machen und die Akzeptanz eines solchen Systems massgeblich beeinflussen (Big Brother, der gläserne Bewohner). In MEGA wurden die verschiedenen Wege identifiziert, über die sich jemand böswillig und unerwünscht Zugang zu den Daten verschaffen könnte (Zugriff lokal, Mithören lokal, Zugriff fern, Mithören fern, Weitergabe der Daten an Dritte). Es wurden mögliche Lösungsvarianten aufgezeigt dies zu verhindern, ohne dabei die Komplexität des Systems für den Anwender unnötig zu erhöhen.

Projekte und Studien

Update

Die Liste der abgeschlossenen, laufenden und neu gestarteten Projekte ist, vor allem auch durch neue Pilotversuche im Smart Metering Bereich, weiter angewachsen. Dazu gehören Untersuchungen zu Feedbacksystemen, die jedoch häufig mit Themen wie Lastmanagement, Demand Response, Time-of-Use (TOU) Pricing, Real-time Pricing oder gar e-Mobility und Microgeneration verknüpft sind.

Neben den bekannteren und bereits im letzten Bericht erwähnten Projekten aus Kanada (Ontario), USA (Kalifornien, New Jersey, Washington), den nordischen Ländern (Schweden, Norwegen), Frankreich und Italien, sind hier vor allem die vom BMWi finanzierten eEnergy Projekte in Deutschland [6], eine Studie von IBM zum Verbrauchsverhalten [7], das EDRP Projekt der ofgem UK [8], neue Erkenntnisse des Energy Saving Trust UK [9], der Smart Meter Pilot des Salt River Project (SRP) in Phoenix Arizona [10] und ein Nachfolgeversuch des „Country Energy's Home Energy Efficiency Trials“ in Australien, zu erwähnen. Auch in der Schweiz gibt es erste Pläne für grössere Feldversuche (z.B. das Inergie-Projekt in Ittigen BE initiiert von der BKW [11] oder ein Smart Metering Pilot in Massagno TI).

Fazit

Die Quintessenz aus den analysierten Projekten und Metastudien kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Der Energieverbrauch lässt sich durchschnittlich zwischen **5..15% reduzieren**.
- Bewohner sind in der Regel **preissensitiv, verbrauchs- und umweltbewusst** und grundsätzlich aufgeschlossen gegenüber Neuerungen und bereit zu agieren.
- Die **höchste Motivation** Energie zu sparen ist noch immer der **Preis**. Wobei hier die Unterschiede deutlich sein müssen, damit wirklich Energie gespart wird.
- Menschen sind **bequem und abwartend**. Alle Abläufe müssen einfach und intuitiv sein.
- Eine Studie die **psychologische** und **sozio-ökonomische Aspekte** untersucht hat [12] erwähnt, ...

- ...dass allgemeine Umweltüberlegungen eher bei „einfachen“ Massnahmen eine Rolle spielen (Recycling), während aufwendige Massnahmen (z.B. weniger Autofahren) viel mehr mit der persönlichen Situation zu tun haben.
- ... dass beim Energieverbrauch selbst sozio-ökonomische Aspekte eine Rolle spielen, also Leute mit grösseren Wohnungen und höheren Einkommen auch mehr Energie verbrauchen. Bei der Motivation Energie zu sparen und der tatsächlich eingesparten Energie spielen persönliche, psychologische Aspekte eine grössere Rolle.
- Die **Technik** ist eigentlich **vorhanden**. Doch sind die heutigen Systeme immer noch zu **kompliziert und inkompatibel**. Das hat Nachteile für die Anbieter wie auch die Bewohner. Komplizierte Systeme werden nicht benutzt. Schon das Anbringen eines Displays, der Wechsel einer Batterie oder das Einloggen auf einer Homepage wirken extrem hemmend.
- Die **höchsten Reduktionen** (bis zu 20%) wurden erreicht durch [13][14]
 - Mobile **Tischdisplays** mit interaktiven, grafischen Kosten- und Momentanleistungsfunktionen
 - **Prepaid Zähler** und aufladbaren Smart Cards dafür
 - Eine **Anzeige**, die die aufsummierten Kosten für den Betrieb eines **elektrischen Herds** anzeigt
- Feedback alleine bewirkt schon einiges, aber es ist noch effizienter, wenn es begleitet wird von **Begleitmassnahmen** (gezielte Informationen, Beratung, Communities etc.). In der Regel liegt die Ersparnis hier so um zusätzliche 10%. Eine Kombination verschiedener Begleitmassnahmen ist zudem wirksamer als die Summe der Einzelmassnahmen.
- Auch **indirektes Feedback** (z.B. über erweiterte und verständliche Rechnungen mit Grafiken und Hinweisen) bringt Einsparungen.
- Am meisten Wirkung hat **direktes Feedback**. Eine Zusammenfassung der idealen Feedback-Eigenschaften findet sich unter anderem in [3].
- **Vergleiche** sind häufig erwünscht. Sie sind aber nicht immer hilfreich, um in allen Haushalten effektiv Energie zu sparen. So kann man zum Beispiel die aktuelle Energierechnung mit der vom letzten Jahr oder mit einem Durchschnittshaushalt vergleichen. Bei den Bewohnern kommt diese Information in der Regel gut an. Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei Haushalten, die unter dem Durchschnitt liegen, die Motivation zu sparen deutlich nachlässt oder gar wieder mehr Energie verbraucht wird.
- Es ist idealer, wenn die **Informationen „überbracht“ (push)** werden, ohne dass sich der Bewohner selbst darum kümmern muss (pull). Rechnungen oder ein Tischdisplay funktionieren deshalb in der Regel besser als zum Beispiel ein Internetportal.
- Es macht Sinn, die Energiedaten **mit anderen Daten zu verknüpfen**. Wenn auf dem gleichen Display auch noch Wetterdaten gezeigt werden, wird der Bewohner mehr darauf achten. Evtl. wird es sich am Anfang sogar nur für die Temperatur interessieren und erst später für die Energieinformationen.
- Andere Begleitmassnahmen wie **Belohnungen und sonstige Anreize** sind ebenfalls mit Vorsicht zu geniessen. Die Motivation hält meist nur so lange an, wie der Anreiz da ist.

Existierende Technologien, Produkte und Systeme

Neben den existierenden Technologien in den Bereichen der Energiemessung, der Datenkommunikation, der Datenspeicherung/Verarbeitung und der Präsentation, die alle einen Teil zur Gesamtfunktionalität eines MEGA-Systems beitragen, wurde der Fokus in den diesjährigen Recherchen vor allem auf konzeptuelle Ansätze und bereits realisierte Systeme gelegt.

Dabei wurden, kurz zusammengefasst, folgende Ansätze näher unter die Lupe genommen:

- **Offene Gesamtsysteme und Standards** wie digitalSTROM oder ZigBee mit dem Smart Energy Profil
- **Geschlossene, Proprietäre Gesamtlösungen** wie Plugwise, Tweet-a-Watt...
- **Forschungssysteme und Prototypen** wie ACme, Smart Socket, Plug...
- **Proprietäre Einzellösungen** wie der CLICK Stand-By Killer...
- **Automobilsysteme** wie das des Toyota Prius, Fiat eco:drive...
- **Webbasierte Initiativen** wie MyEex, Earth Aid, PositiveEnergyUsa...
- **Smart Meter basierte Ansätze** wie der Yello Strom Sparzähler, der Hager eHz, der Multi Utility Controller (MUC), das Echelon NES,...
- **Integrierte Hardwarekomponenten basierte Ansätze** wie U-SNAP, TI Smart Metering Solutions, Intel Media Processor CE3100...

Ausserdem ist eine umfangreiche Liste von Produkten zu Energie-Feedbacksystemen entstanden. Sie reicht von verschiedenen Zählertypen (Smart Meter, Preypament Meter, Plug-In Meter) und In-Home Displaytypen über Webportale und PC Programme bis hin zu Multifunktionsgeräten, sogenannten Ambientdisplays und Designstudien.

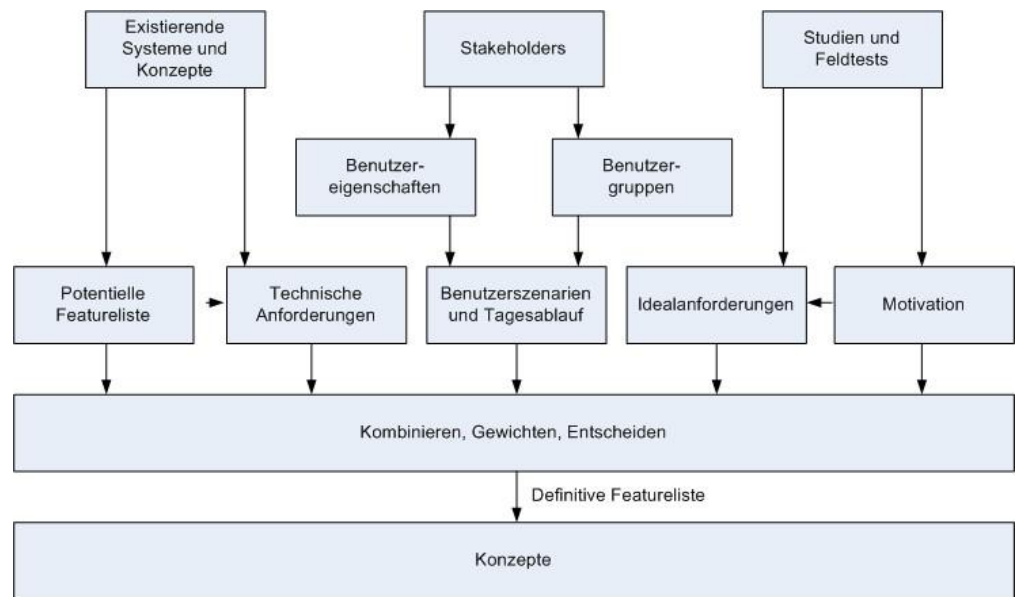
Anforderungen

Um zu der definitiven Featurliste für das System zu gelangen, wurde wie folgt vorgegangen.

1. **Interessengruppen:** Die Interessengruppen und Akteure und deren Anliegen wurden identifiziert und aufgelistet. Die zwei Wichtigsten, die Endverbraucher und das Energieversorgungsunternehmen (EVU), wurden etwas genauer beschrieben.
2. **Benutzereigenschaften:** Für die sehr heterogene Gruppe von Endverbrauchern wurden Benutzereigenschaften definiert. Die wichtigsten dieser Eigenschaften wurden mit Fokus auf die Schweizer Bevölkerung etwas genauer unter die Lupe genommen. Schliesslich wurden die konkreten Auswirkungen der verschiedenen Benutzereigenschaften auf das MEGA System untersucht.
3. **Benutzertypen, Benutzergruppen und Szenarien:** Nach der Analyse der Benutzereigenschaften wurden 4 aus unserer Sicht charakteristische Benutzergruppen ausgewählt, in kurzen Szenarien beschrieben und deren Tagesablauf etwas näher betrachtet (Studentenwohngemeinschaft, Singlehaushalt, Familie, ältere Dame). Ausserdem wurde versucht, die Benutzer zu kategorisieren, bzw. in Typen einzuteilen, da ein paar wenige charakteristische Typen im Gegensatz zu vielen heterogenen Benutzergruppen das Design erheblich vereinfachen. Die Benutzer wurden also in Rechner (schauen auf das Geld), Spieler (Spass steht im Vordergrund) und Grüne (Ökologische Anliegen sind wichtig) eingeteilt. Wobei eine Person im Laufe der Bedienung von MEGA auch zwischen diesen „Rollen“ hin und her wechseln kann.
4. **Anforderungen an ein ideales System:** Als nächstes wurden, basierend auf den Erfahrungen aus den Kapiteln *Energie und Motivation* und *Projekte und Studien*, die Anforderungen an ein ideales System beschrieben.
5. **Technische Anforderungen:** In einem nächsten Schritt wurden die technischen Anforderungen an ein MEGA System eruiert.
6. **Systemfeatures:** Schliesslich wurden mit Hilfe der Anforderungen und des Studiums existierender Systeme alle aus unserer Sicht möglichen Features eines solchen Systems aufgelistet.

Abbildung 1 zeigt das Vorgehensmodell in grafischer Form. **Ein Hauptergebnis dieser Anstrengungen - die Featureliste - findet sich im Anhang.** Sie floss auch in das Systemkonzept mit ein, das im nächsten Kapitel kurz beschrieben wird.

**Abbildung 1:
Vorgehen Sys-
temanforde-
rungen**



Konzeptstudie

Systemkomponenten

Es wurden generelle Systemkomponenten für das MEGA System identifiziert. Die untenstehende Abbildung zeigt das System aus logischer Sicht bestehend aus 7 Systemkomponenten.

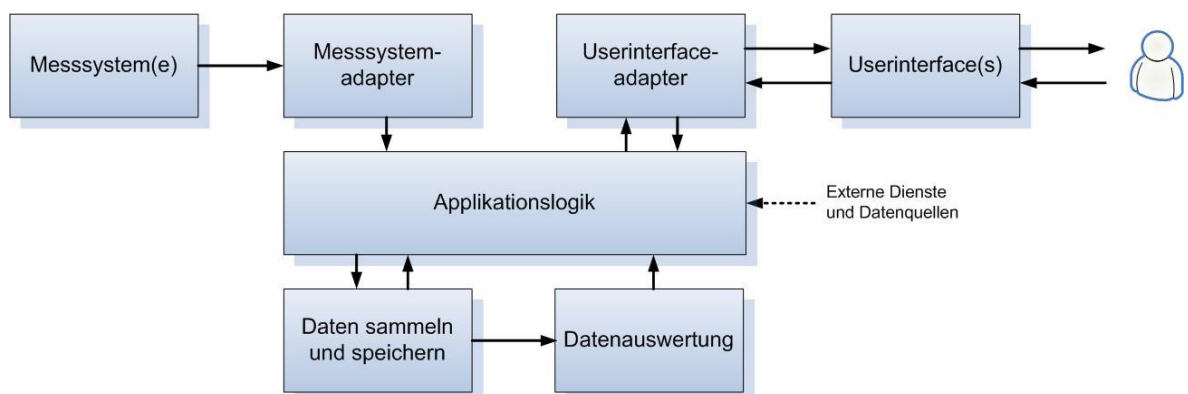


Abbildung 2: Systemkomponenten

- **Messsystem(e):** Messen die Energie physikalisch und kommunizieren sie weiter.
- **Messsystemadapter:** Wandeln die Daten physikalisch und logisch so um, dass sie von der MEGA Applikation gespeichert und verarbeitet werden können.
- **Applikationslogik:** Beinhaltet die eigentliche MEGA Applikation. Nimmt Daten vom Messsystem entgegen und übergibt sie der Speicherinstanz. Holt Daten aus der Datenauswertung und leitet sie weiter an den Userinterfaceadapter. Reagiert auf Benutzereingaben und bindet externe Dienste ein. Die Applikation muss nicht zwingend monolithisch sein, sie kann auch im System verteilt sein.

- **Daten sammeln und speichern:** Speichert die Daten sicher und bietet Zugriff darauf. Auch der Datenkollektor bzw. Speicher kann sich auf verschiedene Hardwareinstanzen verteilen, falls nötig.
- **Datenauswertung:** Filterung und intelligente Auswertung der Daten mittels Methoden der künstlichen Intelligenz. Generieren von Trends, Tipps, Events,...
- **Userinterfaceadapter:** Anpassen der Daten an verschiedene Instanzen von Ausgabegeräten. Aufbereitung der Daten zur Visualisierung und Weiterleiten von Benutzereingaben.
- **Userinterfaces:** Grafische Benutzeroberfläche(n) auf verschiedenen Ausgabegeräten. Ausgabe der Visualisierung und Benutzerinteraktion.

Systemarchitekturen

In diesem Arbeitsschritt wurden die möglichen Systemarchitekturen bestimmt und evaluiert. Die untenstehende Tabelle stellt einen morphologischen Kasten dar, der die verschiedenen Varianten für alle Systemkomponenten auf relativ hohem Abstraktionsniveau wiedergibt. Die einzelnen Aspekte, die wichtigsten Varianten für jeden Aspekt und deren Vorteile und Nachteile wurden untersucht.

Eine Haupteinsicht beim Designprozess mit Blick auf die Umsetzung ist, dass das **System möglichst unabhängig vom Mess-, Kommunikations- und Visualisierungssystem** sein muss. Nur ein „generischer MEGA-Core“, also der Serverteil mit der intelligenten Auswertung und Vorbereitung der Visualisierung, garantiert Zukunftstauglichkeit, Erweiterbarkeit, Skalierbarkeit und die nötige Flexibilität. Zum einen sind wir dieser Meinung, da die existierenden Technologien rund um Messung, Kommunikation und Darstellung sich sehr rasch entwickeln und zum anderen, weil Standards (noch) fehlen und dabei gar nicht klar ist, welche der vielen neuen Technologien sich durchsetzen wird.

Tabelle 1: Systemarchitekturvarianten

Aspekt	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Dediziertes Feedback Display	Kein Display	1 Display	1..n Displays		
Existierende Geräte als Display	Keine	PC	Mobilgeräte	Andere (TV, ...)	
Lokaler Server oder Speicher	Kein Server	MEGA-Server im Display	Dedizierter MEGA-Server	Fremd-Server	
Adapter zu Messsystem	Keine Adapter	MEGA-Server als Plug-In	Dedizierter MEGA-Gateway	Dedizierter Fremd-Gateway	In jedem Messsystem
Messsystem	Kein Messsystem	MEGA-Messsystem	1 Fremd-messsystem	1..n Fremd-messsysteme	
Internetanbindung	Nein	Bestehende Leitung	MEGA Leitung	Fremdleitung	
Remote Server	Kein Server	MEGA-Server	Fremd-Server		

Umsetzungsszenarien und Planung

Systemvorschläge

In diesem Abschnitt werden 4 Vorschläge für technisch umsetzbare Feedbacksysteme gegeben, die im Zuge von MEGA dieses Jahr erarbeitet wurden.

- 1. Prototyp im iHomeLab:** Als Deliverable für das MEGA-Projekt wurde die Realisierung eines Feedbacksystems im iHomeLab geplant. Das iHomeLab eignet sich ideal als Testumgebung und Showroom für die in MEGA gewonnen Erkenntnisse. Die iHomeLab-Infrastruktur verfügt über verschiedene Smart Meter Typen und ist - durch die Vernetzung mit KNX und die entsprechenden Aktoren - in der Lage, für beinahe jede Steckdose den Strom zu messen. Die Informationen können über das Netzwerk bezogen, verarbeitet und z.B. auf einem TV Gerät präsentiert werden. Ausserdem besteht die Möglichkeit, das Ganze auf einem Webserver lokal oder über das Internet zur Verfügung zu stellen.
- 2. Smart Metering:** Dieses Szenario geht davon aus, dass eine Smart Metering Infrastruktur im Haushalt vorhanden ist. Es wird also flächendeckend erst in einigen Jahren umgesetzt werden können. Als Initiative für interessierte Haushalte oder in Feldversuchen innerhalb von einzelnen Quartieren kann es aber relativ schnell umgesetzt werden. Im Prinzip basiert der Vorschlag auf dem *Yello Strom* Modell. Es wird der Gesamtverbrauch gemessen und präsentiert. Wobei hier neben der Möglichkeit der Anzeige auf dem PC zusätzlich auch Feedback über ein lokales Display vorgesehen ist. Je nach Ausbaustufe sind auch alle anderen Funktionen eines Smart Metering Systems denkbar (Fernauslesung, Lastkontrolle, spezielle Tarife usw.).
- 3. Dedizierte Einzelverbrauchsmessung:** Dieses Szenario geht davon aus, dass man nicht nur den Gesamtverbrauch, sondern einzelne Verbraucher messen möchte¹. Es trifft keine Annahmen über die eine bereits bestehende Infrastruktur in einer Wohnung (was bei den Smart Metering und Smart Home Ansätzen der Fall ist). Im Prinzip basiert der Vorschlag auf dem *Plugwise* Modell, aber ebenfalls mit einem dedizierten MEGA-Display. Das Messsystem kann - wie bei *Plugwise* - ein eigenes sein oder auch auf *digitalSTROM* basieren. Je nach Ausbaustufe sind weitere Funktionen (z.B. Lastmanagement) oder später eine Kombination mit dem Smart Metering Ansatz denkbar.
- 4. Smart Home:** Dieser Ansatz spielt in einem Smart Home, wie man es heute erst in eher luxuriösen Eigenheimen vorfindet. Einige Optionen sind auch noch Zukunftsmusik. Die Hoffnung besteht, dass die Lösung in einigen Jahr-(zehnten) für jedermann erschwinglich oder gar zum Standard geworden ist. Im perfekten Smart Home sind alle Geräte durchgängig untereinander vernetzt und zugänglich. Die Verbraucher selbst, oder zumindest die Steckdosen, sind „Energy-Aware“. D.h. sie wissen zu jeder Zeit, wie viel Energie sie verbrauchen und können dieses Wissen mit den anderen Geräten im Smart Home teilen. Im Haus befindet sich ein Home Server, der für die Speicherung und Verarbeitung der Daten zuständig ist. Alle verfügbaren Anzeigegeräte können zur Visualisierung eingesetzt werden. Per Plug-and-Play sind alle Geräte im Haus erkennbar und steuerbar. Auch neue Geräte werden ohne Zutun des Benutzers erkannt und in das System eingebunden. MEGA ist voll in die Gebäudesteuerung integriert.

¹ Es sei hier erwähnt, dass natürlich auch aus dem detaillierten Verlauf des Gesamtverbrauchs Rückschlüsse auf einzelne Verbraucher gezogen werden können. Trotzdem geht es bei diesem Ansatz darum, die Energie bei jedem Verbraucher dediziert zu messen, was die Qualität der Angaben erhöht.

Demonstrator im iHomeLab

Eigenschaften

- Der präzise Gesamtverbrauch (kW, kWh) wird von einem Smart Meter (Landis+Gyr oder Hager) im 5-Sekundentakt zur Verfügung gestellt (pull).
- Einzelstromwerte werden periodisch (~1s) von den KNX Schaltaktoren über den Bus abgeholt. Dies geschieht aber nur in einem Modus, in dem die Visualisierung aktiv ist (um den Bus zu schonen), sonst genügt es, die Werte im 10s Takt abzuholen. Im Ganzen sind 80 Aktoren verfügbar. Für den Prototyp werden ~10 davon verwendet.
- Die Visualisierung wird auf einem TV-Bildschirm gezeigt, der lokal mit einem PC verbunden ist.
- Der Server (Speicherung, Auswertung, Aufbereitung) läuft auf einem iHomeLab Server.

Optionen und Varianten

- Den L+G Gaszähler in das System einbinden, der sich im iHomeLab befindet
- Die Visualisierung auf einem dedizierten „MEGA-Display“ darstellen (Embedded PC in Form eines Bilderrahmens mit Touchscreen und WiFi Anschluss)².
- MEGA mit digitalSTROM kombinieren, sobald die Technologie definitiv verfügbar ist.
- Schnittstelle zur Automation im iHomeLab
- Anwesenheitsdetektoren einbeziehen, um den System-Modus umzuschalten
- Webserver, um die Visualisierung im Browser lokal oder über das Internet anzubieten
- Internetdienste einbinden

Technologien

Wenn es mehrere Optionen gibt, wird grundsätzlich als erstes die Option 1 implementiert.

- **Kommunikationstechnologien - Messsystem zu MEGA Server**
 - **Smart Meter**
 - **Option 1 Drahtgebunden: RS232, Ethernet** Hardwareschnittstelle für die Kommunikation zwischen dem Smart Meter und dem MEGA Server. Protokoll: **IEC61107**
 - **Option 2 Drahtlos: ZigBee oder M-Bus** für Kommunikation zwischen L+G Zähler und dem MEGA Server
 - **Option 3 Drahtlos: KNX-RF** für die Kommunikation zwischen dem Hager Zähler und dem MEGA Server
 - **Einzelverbrauchsmesssystem**
 - **Option 1 Drahtgebunden: Ethernet KNX über IP** (IP Gateway) für die Kommunikation zwischen den Aktoren und dem MEGA Server
 - **Option 2 Drahtgebunden: Ethernet** für die Kommunikation zwischen dem **digitalSTROM DSS** und dem MEGA Server
- **Kommunikationstechnologien - PC/Mobiltelefon zu MEGA System**
 - **WiFi** für den Webzugriff vom PC/Mobiltelefon auf den Server für **lokalen** Zugriff

² In einer endgültigen Variante könnte das Display auch gerade den MEGA-Server enthalten.

- **Internetbreitbandanschluss** für den Webzugriff von **extern**
- **MEGA-Server**
 - **Microsoft SQL Server Datenbank** für die Speicherung der Daten
 - **Java Bundles** basierend auf dem **OSGi Framework** für die Server-Applikation

Architektur

Bezogen auf die zuvor vorgestellten Systemarchitekturen sieht dieser Vorschlag so aus (Blau: Minimum Anforderung Violett: Optionen)

Tabelle 2: iHomeLab Prototyp Architektur

Element	Lösungen	
Dediziertes Feedback Display	Keines	MEGA-Display
Existierende Geräte als Display	TV	PC, Mobiltelefon
Lokaler Server oder Speicher	Dediz. MEGA-Server	
Adapter zu Messsystem	MEGA-Server als Plug-In RS232/Ethernet/KNX	ZigBee, M-BUS, KNX-RF
Messsystem	2 Fremdmesssysteme SmartMeter, KNX	3 Fremdmesssysteme + digitalSTROM
Internetanbindung	Nein	Bestehende Leitung
Remote Server	Nein	

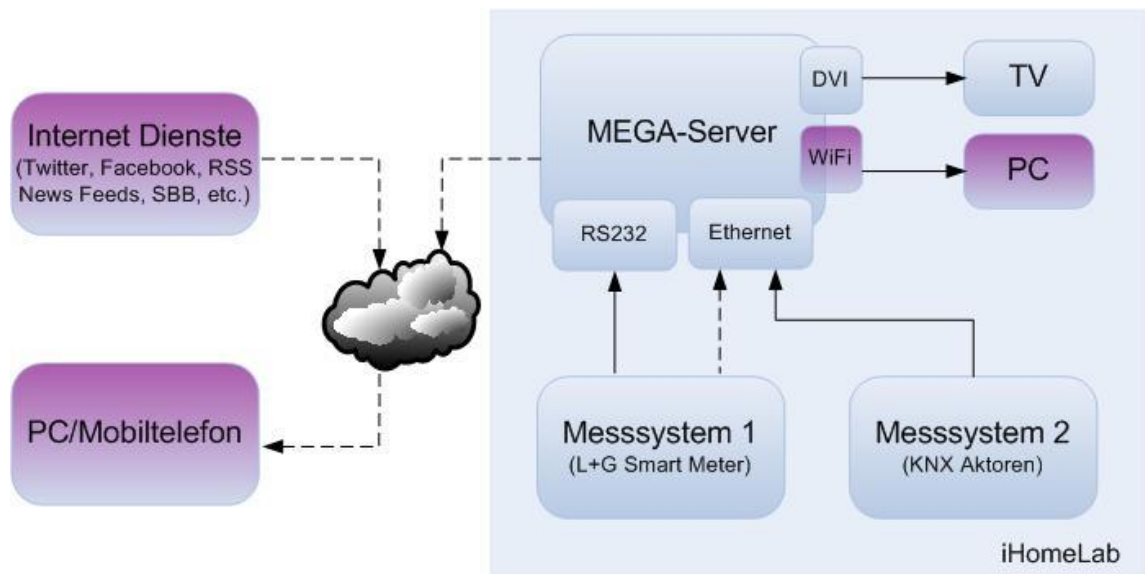


Abbildung 3: iHomeLab Prototyp Architektur

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Design des Prototyps im Detail. Vor allem sieht man rechts die einzelnen Funktionen des MEGA-Servers, der die Daten speichert, verarbeitet und auch anzeigt (inkl. Energiespartipps).

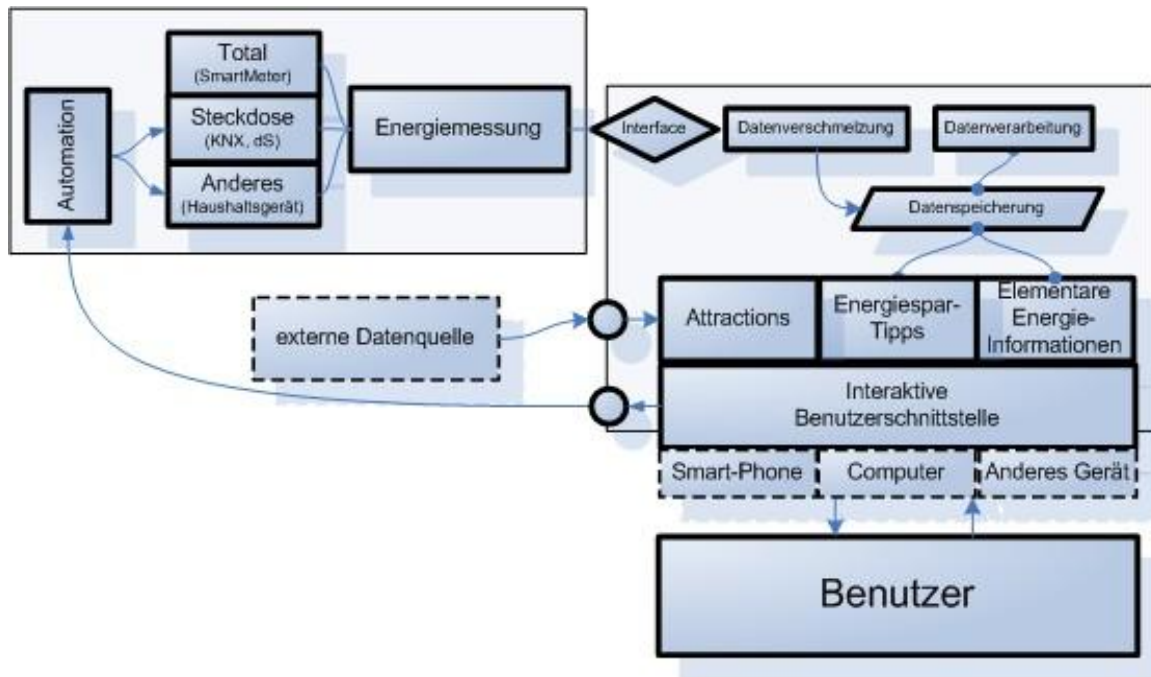


Abbildung 4: iHomeLab Prototyp Design Details

Visualisierung

Mit der Unterstützung eines professionellen Szenografen und Grafik-Designers wurde ein Visualisierungskonzept entwickelt, das der Energie als dynamisches Element gerecht wird. Ausserdem wurde darauf geachtet, dass die Benutzeroberfläche den verschiedenen Benutzertypen, der Emotionalität, der Einfachheit, Intuitivität, Anschaulichkeit und Verständlichkeit, sowie den anderen zuvor für die Visualisierung identifizierten Merkmalen Rechnung trägt. Das Konzept wird zurzeit ausgearbeitet und konkretisiert, so dass es umgesetzt werden kann. Es spielt und auch im Demonstrator eine wichtige Rolle spielen kann.

Nationale Zusammenarbeit

eConcept und BFE: Im Zusammenhang mit der BFE Studie "Smart Metering für die Schweiz – Potentiale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz" [15] wurden Informationen und Erfahrungen mit dem Auftragnehmer eConcept ausgetauscht. Ausserdem durften Prof. Alexander Klapproth und Rolf Kistler an einem durch eConcept und das BFE organisierten Smart Metering-Workshop teilnehmen, an dem die Resultate und Empfehlungen des Projekts diskutiert wurden.

Bits to Energy Lab: Das Bits to Energy Lab, eine gemeinsame Forschungsinitiative der ETH und der Universität St. Gallen, befasst sich ebenfalls mit Themen rund um Energieeffizienz und hat unter anderem auch Feedbacksysteme untersucht [16][17]. Zwei Herren (Dr. Th. Staake, M. Weiss) von Bits to Energy Lab haben das iHomeLab der Hochschule Luzern besucht. Man hat dabei Informationen ausgetauscht und nach Kooperationsmöglichkeiten gesucht.

Hochschule Luzern – Wirtschaft: Teilaspekte des MEGA Projektes wurden mit Unterstützung von Dr. Justus Gallati der Hochschule Luzern - Wirtschaft erarbeitet.

Ralf Eichenberber, Szenograf: Wie bereits erwähnt wurde das Visualisierungs- und Bedienkonzept zusammen mit einem Szenografen, Ralf Eichenberger, ausgearbeitet [18].

KTI EnerBee: Das KTI Projekt „EnerBee - Zuverlässige, überwachte Infrastruktur zur drahtlosen Vernetzung von Advanced Metering Devices“ (9136.1;2 PFES-ES) hat viel dazu beigetragen, Basiswissen zu drahtlosen Sensornetzwerken im Allgemeinen und vor allem auch zu ZigBee mit seinem Smart Energy Profile (SEP) aufzubauen.

Das **iHomeLab** der Hochschule 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. ABB, Feller, Hager oder digitalSTROM).

Das MEGA Projekt wurde in diversen internen (Fachreferat „Energieeffizienz“ iHomeLab) und externen (Smart Metering Tagung Landis+Gyr, ineltec Sonderschau „Future Buidling...“) Veraltungen auf nationaler Ebene vorgestellt.

Internationale Zusammenarbeit

Das Team von CEESAR – iHomeLab hat auch dieses Jahr wieder mehrfach an Konferenzen im Ausland teilgenommen und dadurch weitere Kontakte im Bereich der Energieeffizienz knüpfen können. Speziell zu erwähnen sind (komplette Liste auf [21]):

- **ICT4SH „ICT for Sustainable Homes“**, Nizza F, 16.-17. November 2009 [19]: Mit einem Vortrag und einem Stand an der Ausstellung ist CEESAR – iHomeLab dieses Jahr an der ICT4SH aufgetreten. Praktisch alle wichtigen Vertreter von Europäischen Forschungsprojekten auf dem Gebiet von Smart Metering, Smart Homes und Energieeffizienz (address interactive energy, HYDRA, NEM Initiative, eDiana, REEB, IntUBE, HOMES, MonAMI, beywatch.eu) sowie wichtige Exponenten aus der Wirtschaft (EDF, Cisco, YelloSTROM, Echelon...) und Verbände (IPSO, OSGi, ZigBee, KNX, Echonet), waren anwesend.
- **IEEE ETFA 2009**, Palma de Mallorca E, 22.-26. September: Organisation der Special Session „Buildingautomation and SmartHomes“, Beitrag zum Thema „Tunneling Smart Energy Protocols over ZigBee“ [20] und Beiträge zum Workshop “Specialized Communication Networks: Applications in Industrial Automation, Automotive Systems, and Building Automation and Control”.

Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Obwohl der Projektstart 2008 sich verzögerte und man durch diesen Umstand rund 3 Monate auf die ursprüngliche Planung verloren hat, konnten die Ziele für das Jahr 2009 erfüllt werden. Die Recherchen sind so gut wie abgeschlossen. Darin wurden die Grundlagen für die weiteren Schritte erarbeitet. Und sie haben ein recht detailliertes Bild der Landschaft rund um Systeme zur Verbesserung der Energieeffizienz in Privathaushalten und die Möglichkeiten in diesem Bereich ergeben. Es wurden Anforderungen und Konzepte erarbeitet und mit der Umsetzung des Demonstrators im iHomeLab begonnen. Dabei haben sich die Messtechnik und die für die Messung verwendeten KNX-Aktoren als recht tückisch erwiesen. Doch sie liefern mittlerweile die gewünschten Werte. Erste Teile des modular aufgebauten Servers (Basisframework, Datenerfassung und Speicherung) sind bereits implementiert. Ausserdem konnten 2009 viele neue nationale und internationale Kontakte geknüpft werden und es gibt erste Firmen, die sich für die erarbeiteten Lösungen interessieren.

Bis zum Ende des Projekts im Frühjahr 2010 soll der Demonstrator im iHomeLab fertig gestellt sein. Es ist geplant, ihn auch an offiziellen Anlässen und Führungen zu präsentieren. Schliesslich soll das Projekt offiziell abgeschlossen und geklärt werden, wie die Resultate in andere Projekte, in Smart Metering Piloten oder später gar in Produkte einfließen könnten.

Referenzen

- [1] L. Steg: *Promoting household energy conservation*, Department of Psychology - Faculty of Behavioural and Social Sciences, University of Groningen
- [2] Tools of change: *Proven Methods for Promoting Health, Savety and Environmental Citizenship*, [Online] <http://www.toolsofchange.com>
- [3] R. Kistler, M. Fercu, A. Egli: *MEGA Mehr Energieeffizienz durch Gezielte Anwenderinformation - Jahresbericht 2008* - Publikation 280207, Bundesamt für Energie BFE, 2008.
- [4] BFE: *Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008* - August 2009
- [5] S. Gasser: *www.energybox.ch – Auswertung des Stromverbrauchs von 13'000 Haushalten* - S.A.F.E. 2007
- [6] wik Consult, Fraunhofer Institute ISI, ISE: *Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs (eEnergy)* - Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Dezember 2008
- [7] IBM: *Preis, Verbrauch und Umwelt versus Komfort – der mündige Energie-verbraucher, Verbrauchsverhalten und neue Möglichkeiten zur Kundenbindung und Kundengewinnung für Energieversorger* - IBM Global Business Services, August 2007
- [8] ofgem: *Energy Demand Research Project – Review of progress for period September 2008 – March 2009*, Ref:115/09
- [9] energy saving trust: *The smart way to display – A summary report on consumer preferences for energy display designs* – Publication date 30.09.2009
- [10] SRP: *“Smart” meter technology improves service*, [Online] <http://www.srpnet.com/electric/home/smartmeter.aspx>
- [11] Schweizerische Post, BKW FMB Energie AG, IMB Schweiz, Gemeinde Ittigen: *Inergie, intelligent, effizient* – [Online] <http://www.inergie.ch/>
- [12] W. Abrahamse: *Energy conservation through behavioral change: Examining the effectiveness of a tailor-made approach* - Doctoral Thesis, University of Groningen, 2007
- [13] S. Darby: *Making it obvious: designing feedback into energy consumption* - University of Oxford, Proceedings, 2nd International Conference on Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting. Italian Association of Energy Economists/ EC-SAVE programme (2000).
- [14] C. Fischer: *Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?* - Energy Efficiency, Vol. 1, No. 1. (3 February 2008), pp. 79-104.
- [15] R. Dettli, D. Philippen, K. Reinhardt, H. Schäffler, C. Heinemann: *Smart Metering für die Schweiz – Potentiale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz*, Entwurf des Schlussberichts vom 15. Oktober 2009 zu Händen der Workshopteilnehmer
- [16] M. Weiss, T. Graml, T. Staake, F. Mattern, E. Fleisch: *Handy feedback: Connecting smart meters with mobile phones*. - Proceedings of MUM 2009 (ACM International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedida). Cambridge, UK, November 2009, November 2009
- [17] M. Weiss, D. Guinard, T. Staake, and W. Roediger: *eMeter: An interactive energy monitor*. - Adjunct Proceedings of Ubi-comp 2009 (International Conference on Ubiquitous Computing). Orlando, Florida, USA, September 2009
- [18] Ralph Eichenberger: *Szenografie, Cinematografie, Fotografie* - [Online] <http://www.szenografie.com>
- [19] Sigma Orionis: *ict for sustainable homes, An annual research and industry international forum* – [Online] [http:// www.ict-sustainablehomes.org/](http://www.ict-sustainablehomes.org/)
- [20] R. Kistler, M. Bieri, R. Wettstein, A. Klapproth: *Tunneling Smart Energy Protocols over ZigBee* - ETFA 2009, Special Session SS06 - Building Automation and Smart Homes, Palma de Mallorca, 23.09.2009
- [21] iHomeLab: *Schweizer Denkfabrik und Forschungslabor für intelligentes Wohnen*, Hochschule Luzern Technik & Architektur [Online] <http://www.iHomeLab.ch>

Anhang

Systemfeatures

Aus den Erfahrungen anderer, Existierendem, den Benutzergruppen und den idealen bzw. technischen Anforderungen wurde versucht, eine Liste aller möglichen Features für MEGA aufzustellen und zu priorisieren (je höher die Priorität umso wichtiger). Geplant ist, die Systemfeatures, die eine Priorität von 5 oder 6 haben für den Demonstrator zu implementieren.

Tabelle 3: Potentielle MEGA Systemfeatures

Nr.	Feature	Beschreibung, das System...	Prio.
Energieformen			
1	Elektrizität	...zeigt den Elektrizitätsverbrauch an	6
2	Gas	...zeigt den Gasverbrauch an	5
3	Wärme/Heizung	...zeigt den Wärmeverbrauch an (evtl. Ölverbrauch)	4
4	Wasser	...zeigt den Wasserverbrauch an	5
Periodizität			
5	Echtzeit ³ Messung	...misst und speichert die Daten in Echtzeit	5
6	Echtzeit Anzeige	...zeigt die Daten in Echtzeit an	5
7	Ereignisse	...hat die Möglichkeit, den Benutzer Ereignis-gesteuert zu informieren	6
8	Adaptiv manuell	...erlaubt es, die Mess- und Anzeigeintervalle selbst zu wählen (z.B. mit Angabe des Eigenverbrauchs)	2
9	Adaptiv automatisch	...kann seine Mess- und Anzeigeintervalle je nach Betriebszustand und Aktivitäten selbst wählen	5
Messkategorien			
10	Gesamtverbrauch	...zeigt den Gesamtverbrauch an	6
11	Verbrauch Geräte	...zeigt den Verbrauch für jedes Gerät bzw. Verbraucher	5
12	Verbrauch Zimmer	...zeigt den Verbrauch für jedes Zimmer an	3
13	Verbrauch Aktivität	...zeigt den Verbrauch für jeden Bereich bzw. Aktivitäten an (Unterhaltung, Kochen, Hygiene...)	2
14	Verbrauch Person	... zeigt den Verbrauch für jeden Bewohner an	3
Technische Anzeigegrößen			
15	Qualitativ	...zeigt Daten qualitativ (ohne fixe Grössen) an	5
16	Quantitativ	...zeigt Daten quantitativ an	5
17	kWh (Liter, m ³)	...zeigt Daten mit den offiziell verwendeten Einheiten an	3
18	CO ₂	...zeigt den Kohlendioxidausstoss an	1
19	Kosten	...zeigt die Kosten an	5
20	Tarife	...zeigt aktuelle Tarife an	4
Andere Anzeigegrößen			
21	Theo. Sparpotential	...errechnet das theoretische Sparpotential	3
22	Prak. Sparpotential	...zeigt das erreichte Sparpotential an	3
23	Trend	...zeigt Trends an	5
24	Prognosen	...gibt Prognosen ab	3
25	Analogien	...verwendet Analogien zu Bekanntem (Wetter, etc.)	5
26	Tipps allgemein	...gibt allgemeine Energiespartipps	4
27	Tipps angepasst	...gibt dem Benutzer angepasste Energiespartipps an	5
28	Tipps Beispiele	...gibt Tipps anhand von Beispielen oder Vergleichen	4
29	Indirekte Energie	...bringt Hinweise auf die indirekte Energie	2
30	Statusanzeige	...zeigt in schneller und einfacher Form, ob viel oder wenig Energie verbraucht wird	6
31	Ökologische Grössen	...bietet anstelle von kWh Grössen wie „Anzahl Erden“, Regenwald, etc. an	4
32	Ökoindex, Rating	...bietet eine Skala an, die den Haushalt anhand eines Index bewertet	5
33	Informationen Textnachrichten	... bietet die Möglichkeiten, Informationen und Textnachrichten „von fern“ auszugeben	5
Anzeigeform			
34	Graphen	...zeigt Daten in Form von Graphen an	3
35	Diagramme	...zeigt Daten in Form von Diagrammen an	2

³ Unter Echtzeit verstehen wir hier je nach Energieform etwas anderes. Bei Elektrizität oder Wasser kann das 1s oder gar schneller sein, bei den anderen sind das längere Intervalle.

36	Numerisch	...zeigt Daten numerisch an	5
37	Tabellen	...zeigt Daten in Tabellen an	3
38	Listen	...zeigt Daten in Listen an	5
39	Bilder	...zeigt Daten in statischen Bildern an	4
40	Animationen	...zeigt Daten in animierten Bildern oder Filmen an	5
41	Sound	...bietet Möglichkeiten zur Sound und Sprachausgabe	3
42	Licht	...bietet Möglichkeiten zur Ausgabe über Lichteffekte	4
43	Bewegung	...bietet Möglichkeiten zur Ausgabe mittels Kinetik	1
44	Avatar	...stellt einen persönlichen Avatar zur Verfügung	2
Anzeigeort			
45	Display	...bietet eine Displaykomponente für direktes Push-Feedback an	5
46	Portable Geräte	...enthält Komponenten, die herum getragen werden können	5
47	Existierende Geräte	...bietet eine Schnittstelle für existierende Anzeigergeräte	3
48	PC Anzeige	...zeigt Daten auf dem PC an	5
49	Smart Phone	...zeigt Daten auf dem Smart Phone an	4
50	TV	...zeigt Daten auf dem Fernseher an	3
51	Ambient	...zeigt Daten auf Ambientgeräten an	5
52	Lautsprecher	... vermittelt Daten über Lautsprecher von Radio, Stereoanlage, Piepser etc.	2
53	Andere	...zeigt Daten auf anderen Geräten an als die oben genannten (Spiegel im Bad, Beleuchtung, Schlüsselanhänger, Tapete...)	1
54	Remote	... zeigt Daten auch an, wenn ich unterwegs bin	4
Motivationsinstrumente			
55	Eigenvergleich	...erlaubt das Vergleichen des Energieverbrauchs mit dem eigenen aus Vorperioden und historischen Daten	3
56	Fremdvergleich	...erlaubt das Vergleichen des Energieverbrauchs mit ähnlichen Haushalten	3
57	Historie	...speichert die Werte zwischen und erlaubt das erneute Auslesen davon in verschiedenen Zeitskalen	5
58	Ziele setzen	...erlaubt das Setzen und Kontrollieren von Sparzielen	2
59	Limiten setzen	...erlaubt das Setzen von Limiten und Grenzen, die nicht überschritten werden sollen	3
60	Spiele	...erlaubt einen spielerischen Zugang zu Energiesparmassnahmen	5
61	Gemeinschaft, Community	...bindet die Gemeinschaft der Energiesparenden mit ein (Communitygedanke)	5
62	Sammeltrieb	...bindet den natürlichen Sammeltrieb der Menschen mit ein (Cumulussystem)	5
63	Anerkennung, Lob	... erkennt Verbesserungen und lobt den Benutzer	3
64	Nachbarn	...bindet die direkten Nachbarn mit ein	2
65	Solar bzw. Windenergiekraftwerke	...enthält Hinweise darauf, wann es günstig ist, Solar- bzw. Windenergie zu nutzen	2
Oberfläche			
66	State-of-the-Art	...entspricht dem State-of-the-Art von heutigen Oberflächen und ist nicht zu technisch	5
67	Das Wesentliche	... ist nicht überladen und zeigt nur das wesentliche (je nach Ebene und Benutzer)	5
68	Anzeigeebenen	...bietet verschiedene Anzeigeebenen angefangen von sehr einfach (oberste Ebene) bis zu relativ komplex	5
69	Skins	...erlaubt das Anpassen der Oberflächen über Skins	5
70	Konfigurierbarkeit	...erlaubt das Umkonfigurieren von Oberflächen oder bietet eigene SDKs, um Neue zu bauen	2
Dienste und Zusatzfunktionen			

71	Dienste	...bietet andere Dienste ausser Energieanzeige an (Wetter, Bilder, SBB Fahrplan, Wikipedia, Twitter, Agenda, Gemeindeabfuhrplan etc.)	6
72	AppStore	... bietet die Möglichkeit neue Dienste über einen Internetladen (ähnlich iTunes) zu erstellen und zu benutzen	5
73	Features freischalten	... bietet die Möglichkeit, gewisse Features selektiv nachträglich zu aktivieren	4
74	Zusatzfunktionen	...bietet noch andere Hardwarefunktionen an (Telefon, Streaming Client, Radio, Uhr/Wecker, Ladegerät, iPod Dock)	5
75	Wetterdaten	...zeigt Innentemperatur oder andere Wetterdaten (inkl. Forecast) an	5
76	Uhr/Kalender	... bietet eine Uhr und/oder eine Kalenderfunktion	4
77	Unterstützende Dienste	... AAL, Notruf usw.	4
Adaptivität Benutzer			
78	Benutzergruppen	...bietet die Möglichkeit für verschiedene Benutzergruppen anders auszusehen	4
79	Benutzertypen	... bietet die Möglichkeit sich für verschiedenen Benutzertypen anders zu verhalten (Rechner, Spieler, Grüne)	5
80	Sprachen	...ist für verschiedene Sprachen ausgelegt	6
81	Junge Leute	... bietet eine spezielle Oberfläche und Funktionen für junge Leute	3
82	Familien	... bietet eine spezielle Oberfläche und Funktionen für Familien	3
83	Ältere Leute	... bietet eine spezielle Oberfläche und Funktionen für ältere Leute	3
84	Technik-Fremde	... bietet eine spezielle Oberfläche und Funktionen für Leute, die nichts mit Technik anfangen können	5
85	Geeks	... bietet spezielle Möglichkeiten für Technik affine Leute, die gerne selbst Hand anlegen	2
86	Lernfähig	... kann von den Benutzern lernen und entsprechend reagieren	3
Interaktivität / Kontrolle			
87	Interaktiv allgemein	...zeigt nicht nur an, sondern ist interaktiv aufgebaut, sodass der Benutzer gewisse Einstellungen oder Aktionen vornehmen kann	6
88	Interaktiv Ansichten	...der Benutzer kann selbst aus bestimmten Ansichten auswählen, bzw. Zeitskalen etc. wählen	5
89	Interaktiv Hilfe	... bietet ein interaktives Hilfesystem	4
90	Interaktiv Kontakt	... erlaubt es, Kontakt mit dem EVU aufzunehmen und fragen zu stellen, bzw. Feedback zu geben	5
91	Kontrolle/Steuerung	...kann auch als Steuerungsgerät (Fernbedienung, Haussteuerung) eingesetzt werden, bzw. kann Geräte schalten	3
92	Kontrolle haptische Bedienelemente	...kann über haptische Bedienelemente wie Knöpfe, Schieber, Räder etc. bedient werden	2
93	Kontrolle Touch	... kann über Touchscreens bedient werden	5
94	Kontrolle Multitouch	... kann über Multitouchscreens bedient werden	2
95	Kontrolle Tastatur/Maus	... kann über Tastatur und Maus bedient werden	2
96	Kontrolle Gesten	... kann über Gesten gesteuert werden	1
97	Kontrolle Sprache	... kann über die Sprache gesteuert werden	1
Speicherung			
98	Lokale Speicherung	...speichert die Daten nur lokal	2
99	Backup	...erlaubt ein Backup der lokal gespeicherten Daten	5
100	Fernspeicherung	...überträgt die Daten zur fernen Speicherung	2
Erweiterbarkeit und Schnittstellen			

101	Web Interface	...bietet ein Webinterface an	3
102	Web Services	...bietet eine WebServices Schnittstelle an	2
103	Internet	...ist extern mit dem Internet verbunden	5
104	Existierende Web-Dienste	...nutzt existierende Dienste und Schnittstellen aus dem Internet (Twitter, Facebook, Blogs, Google PowerMeter, Wetterdaten und Co.)	3
105	Existierende Applikationen	...nutzt Schnittstellen zu existierenden Applikationen wie SAP, MS Office etc.	3
106	Import/Export	...bietet Funktionen zum Importieren und Exportieren der Energiedaten an	4
107	HW Modular	...besitzt Hardwarekomponenten, die modular aufgebaut sind (e.g. Kommunikationspart)	5
108	SW Modular	...besitzt Softwarekomponenten, die einfach austauschbar und erweiterbar sind	6
109	Automation	... bietet Schnittstellen zur Einbindung in eine Heimautomationsanlage	3
110	Lastkontrolle	... sieht Erweiterungsmöglichkeiten für Lastkontroll- und Demand Response Funktionen vor	2
111	Prepaid	... sieht Erweiterungsmöglichkeiten für Prepaid-Metering vor	1
112	Microgeneration	...kann so erweitert werden, dass auch lokal erzeugte Energie angezeigt werden kann	3
113	Unabhängigkeit	...ist unabhängig von der Technologie der Energiemessung	3
114	Standards	...basiert auf internationalen Standards	3
Konfiguration und Wartbarkeit			
115	Plug'n'Play	...ist so einfach zu installieren, dass man es nur einzustecken braucht und es läuft	6
116	Systemparameter	... erlaubt das Verändern von Systemparametern	3
117	Unterhalt	... erfordert keine spezielle Wartung oder Aktionen wie Batteriewechsel durch den Kunden	6
118	Updates	... kann von Fern aktualisiert werden	5
Eigenverbrauch			
119	Betriebsmodis	...unterstützt verschiedene Betriebsmodis und kann sich den Gegebenheiten anpassen (und sich in einen anderen Modus versetzen).	5
120	Energiebedarf	...benötigt selbst sehr wenig Energie	5
121	Energyharvesting	... kann die benötigte Energie selbst erzeugen	2
Sicherheit			
122	Sicherheit Übertragung	...überträgt die Daten verschlüsselt	3
123	Sicherheit Speicherung	...speichert die Daten verschlüsselt	5
124	Sicherheit Signatur	...signiert die Daten, damit sie nicht unbemerkt verändert werden können	3
125	Anonymisierte Daten	...anonymisiert alle Daten, die das Haus verlassen	3
126	Zugriffschutz	...bietet einen Schutz auf den Zugriff der gespeicherten Daten	5
Kosten			
127	Billig Segment	<= 100 Fr.	2
128	Unteres Segment	100-300 Fr.	5
129	Mittleres Segment	300-500 Fr.	5
130	Oberes Segment	500-1500 Fr.	4
131	Luxus Segment	> 1500 Fr.	2