

Energiemanagement für Mietwohnungen mit Open-Source Smart Metern (EMOS)

Kurzbericht



Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
Aktenzeichen: II 3-F20-12-1-026 / SWD-10.08.18.7-12.44
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

Projektleitung:
Mathias Dalheimer
dalheimer@itwm.fhg.de

30. März 2015

Das Projekt „Energiemanagement für Mietwohnungen mit Open-Source Smart Metern“ (EMOS) hatte zum Ziel, den Einsatz von Smart Metering-Techniken speziell in Mietwohnungen zu evaluieren. In Deutschland wohnt gut die Hälfte der Bevölkerung in Mietwohnungen. Das durchschnittliche Alter einer Mietwohnung beträgt rund 50 Jahre — das Modernisierungspotential ist enorm. Gleichzeitig haben Mieter oft keinen Einfluss auf Fassadendämmung, Erneuerung des Heizungssystems oder ähnliche Maßnahmen. Die Zielsetzung des Projektes ist daher, den Mietern Handlungsspielräume aufzuzeigen und gegebenenfalls auch Verhaltensänderungen herbeizuführen, die letztlich zu einer Reduktion des Energieverbrauchs führen.

Während des Projektes haben wir verschiedene Smart Meter sowohl für das Raumklima als auch für den Stromverbrauch in Testhaushalten installiert und Messdaten über das Internet aufgezeichnet. Die Messgeräte sind nicht für Abrechnungszwecke geeignet, sondern möglichst preiswert als Nachrüstlösungen entwickelt worden. Mieter können bei einem Wohnungswechsel die Geräte einfach mitnehmen.

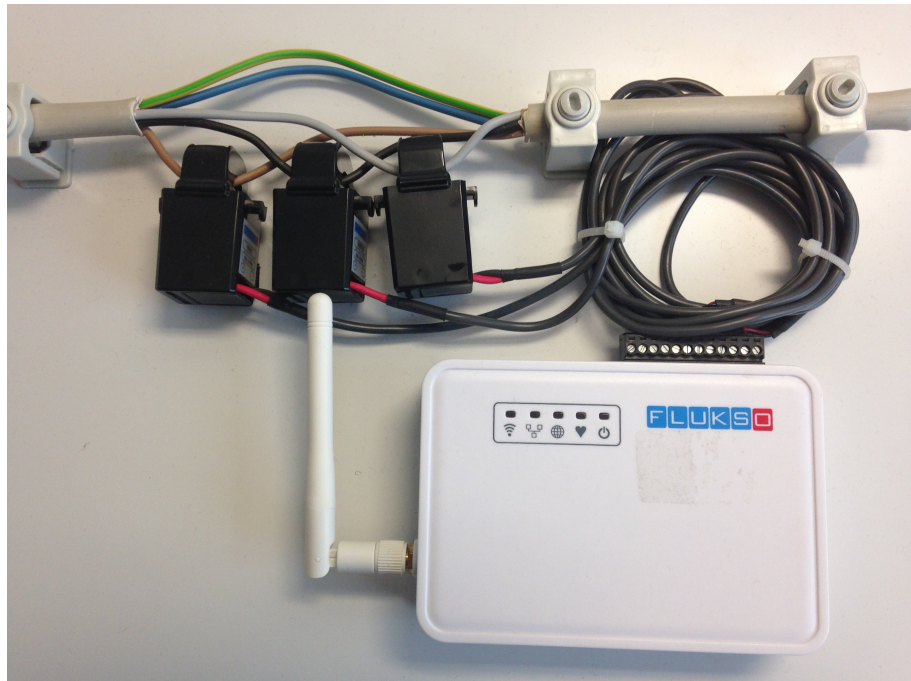


Abbildung 1

Die Installation eines Fluksos. Das Messgerät selbst sieht aus wie ein WLAN-Router und ist diesem auch recht ähnlich aufgebaut. Die schwarzen Halleffektsensoren werden einfach um die Außenleiter der Elektroinstallation geklippt und mit der Messelektronik des Fluksos verbunden.

Die Geräte sind als Open Source unter einer freien Lizenz verwertbar. Beim Smart Meter „Flukso“ greifen wir auf eine existierende Hardware zurück — wir haben allerdings die Softwarekomponenten massiv verändert, um

Vor-Ort-Installationen möglichst reibungslos zu gestalten. Der Flukso wird in eine bestehende Unterverteilung eingebaut und über ein WLAN oder eine Ethernetverbindung mit dem Internetzugang des Hauses verbunden.

Abbildung 1 zeigt eine typische Installation. Der Flukso wird über die schwarzen Kabel mit Sensoren verbunden, die einfach um die Außenleiter der vorhandenen Elektroinstallation geklippt werden. So kann eine Installation durch eine Elektrofachkraft sehr schnell erfolgen. Als Nachteil dieser Messmethode ist jedoch anzumerken, dass keine geeichten Messwerte erhoben werden können. Für die Zwecke dieses Projekts ist der Flukso jedoch genau genug.

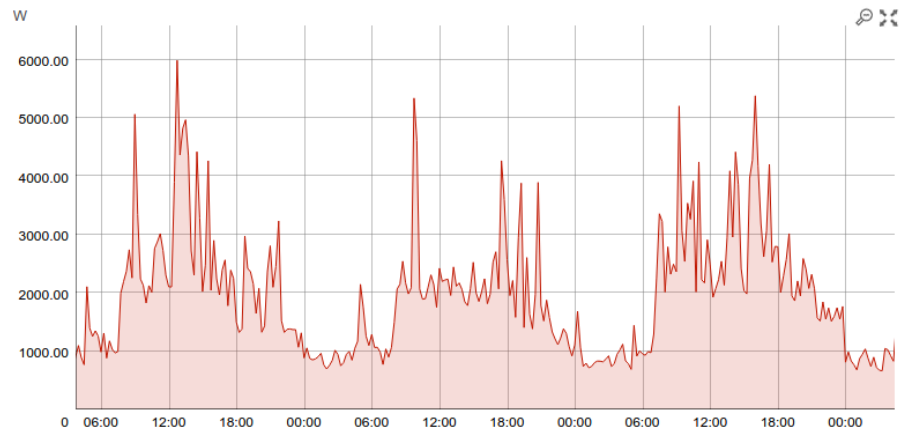


Abbildung 2

Darstellung des Stromverbrauchs eines Haushalts. Der Graph zeigt drei Tage im Vergleich. Weitere Darstellung wie Tagesverbräuche etc. standen den Teilnehmern ebenso zur Verfügung.

Die Messwerte des Fluksos sind auf zugehörigen Projektwebseite einsehbar. Dort können unsere Teilnehmer in verschiedenen Darstellungen Ihren Stromverbrauch einsehen und z.B. größere Verbraucher identifizieren. Die Darstellung dieser Messwerte ist eher an einer „Ingenieurssicht“ orientiert, sprich: Die Darstellung erfolgt anhand von Graphen und Kennzahlen. In Abbildung 2 ist ein beispielhafter Graph dargestellt. Weitere Darstellungen wie z.B. eine Jahresstromverbrauchsprognose waren ebenfalls online zugreifbar, vgl. Abb. 3.

Teilnehmer konnten zusätzlich auch Email-Benachrichtigungen einrichten: So kann z.B. beim Überschreiten eines Stromverbrauchswerts automatisch eine Email generiert werden. Ergänzend zur Webseite hatten die Teilnehmer auch Zugriff auf ihre Verbrauchswerte in Echtzeit, vgl. Abb. 4.

Die Webseite spiegelte dabei immer den letzten verfügbaren Wert wieder. Dies hilft beim Aufspüren von Stromverbrauchern: Der Flukso überträgt seine Messwerte sekundlich an die Echtzeitanzeige. Schaltet man z.B. den Wasserkocher an, so ändert sich der Wert sehr schnell. Dieses instantane

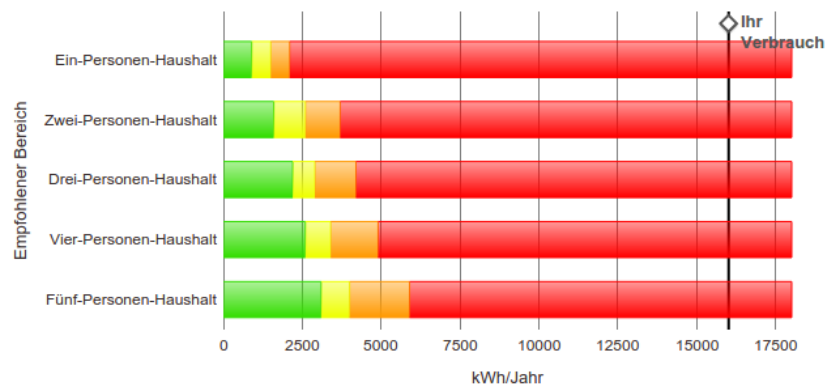


Abbildung 3 Darstellung des Jahresstromverbrauchs mit Bewertung anhand der Haushaltsgröße.

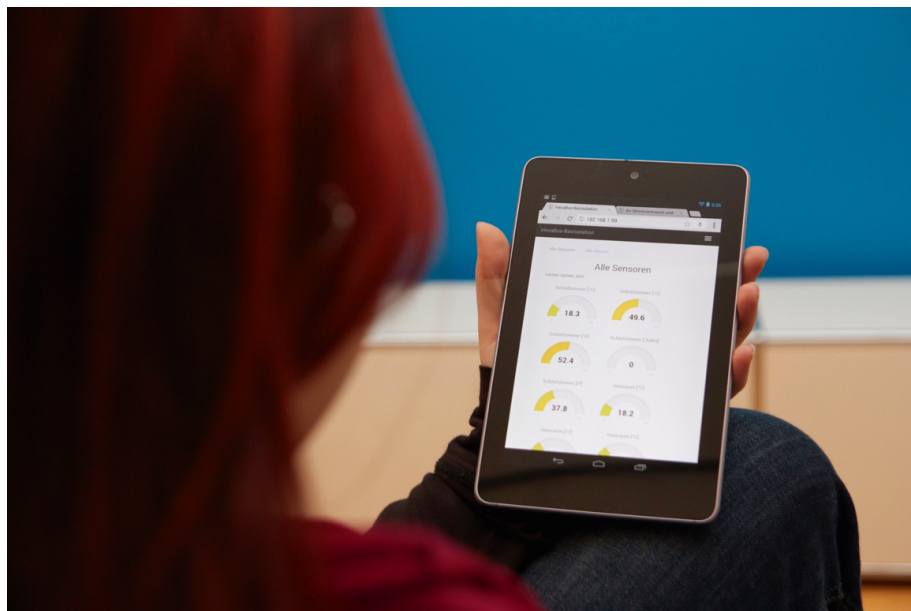


Abbildung 4 Darstellung der Sensorwerte auf einem Tablet. Über die lokale Basisstation hatten die Teilnehmer Zugriff auf Echtzeit-Werte in ihrem Haushalt. Die Webapplikation ist in jedem Browser lauffähig.

Feedback ermöglicht es, mit Tablet oder Smartphone im Haushalt auf die Suche nach Stromfressern zu gehen.

Bei der Erfassung des Raumklimas gingen wir einen anderen Weg: Während die Darstellung des Stromverbrauchs sich eher an technisch interessierte Teilnehmer richtete wollten wir mit dem Raumklimamessgerät einen eher spielerischen Ansatz realisieren. Wie können wir durch ein Spiel eine Verhaltensänderung herbeiführen und so das Raumklima verbessern? Grundvoraussetzung für ein funktionierendes „Raumklimaspiel“ ist — neben unmittelbarem Feedback — ein einfaches Spielprinzip [2]. Wir haben uns für eine Repräsentation des Raumklimas anhand des Raumbehaglichkeitsdiagramms nach Leusden und Freymark [1] entschieden, vgl. Abb. 5.

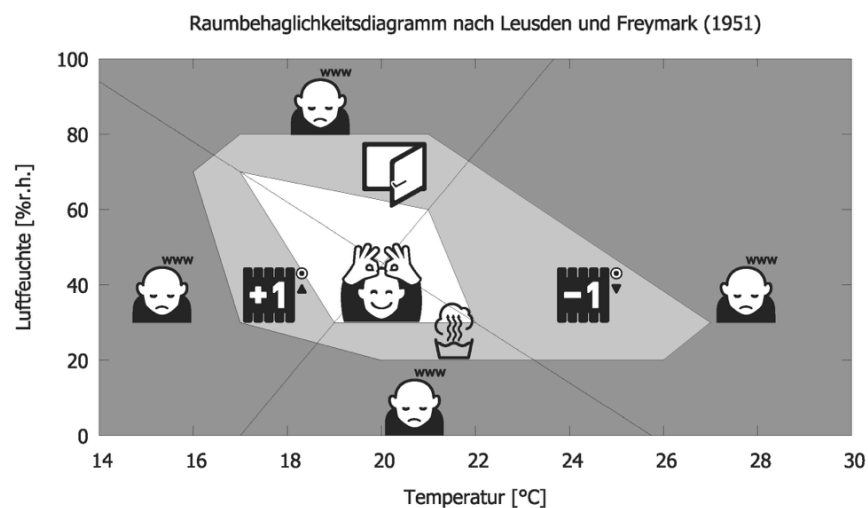


Abbildung 5

Raumbehaglichkeit nach Leusden und Freymark. Übliche Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden untersucht und durch Testpersonen in die Bereiche „behaglich“, „noch behaglich“ und „unbehaglich“ unterteilt. Wir verwenden ein modifiziertes Schema, um unseren Teilnehmern Rückmeldung über ihr Raumklima zu geben.

Leusden und Freymark haben empirisch untersucht, bei welchen Temperatur-/Luftfeuchtwerten Menschen sich wohlfühlen. Sie unterscheiden drei Zonen: *behaglich*, *noch behaglich* und *unbehaglich*. Die Teilnehmer erhalten konkrete Handlungsempfehlungen, wie sie ihr Raumklima in den behaglichen Bereich bringen können: Ist die Luftfeuchtigkeit beispielsweise zu hoch (21° C bei 75% r.H.), so wird ihm das „Fenster öffnen“-Symbol angezeigt.

Ursprünglich wollten wir diese Anzeige auf einem „Chumby“ der

amerikanischen Firma Chumby Enterprises erstellen. Allerdings hat dieses Unternehmen zwischenzeitlich Konkurs angemeldet und den Support für Ihre Radiowecker-artigen Geräte eingestellt. Somit waren wir gezwungen, eine eigene Anzeigehardware basierend auf unserem Hexabus-System zu entwickeln, vgl. Abb. 6.



Abbildung 6

Der Raumsensor in einem Teilnehmerhaushalt. Das Gerät wurde speziell für das Projekt entwickelt und stellt die Handlungsempfehlungen auf einem sehr gut ablesbaren E-Paper-Display dar.

Der Raumsensor erfüllt zwei Funktionen: Einerseits misst der Sensor Raumlufttemperatur- und -feuchte. Die Messwerte werden über unser Hexabus-System zur Analyse auf die Projektwebseite weitergeleitet. Andererseits werden — basierend auf den Messdaten — auch konkrete Handlungsempfehlungen angezeigt, oder wie in Abb. 6 ein „Alles OK“-Symbol. Für die Raumklimadaten existieren also zwei mögliche Zugänge: Ein lokales Display mit einer konkreten Handlungsanweisung und die Projektwebseite, auf der die Messdaten als Graph ähnlich den oben gezeigten Stromverbrauchsdaten (vgl. Abb. 2) dargestellt werden.

Über die Projektlaufzeit konnten wir insgesamt 66 Haushalte für eine Projektteilnahme begeistern. Da Haushalte zu jedem Zeitpunkt dem Projekt beitreten konnten stehen nicht für alle Haushalte vollständige Messdaten zur Verfügung. Durch Umzüge etc. verließen Teilnehmer auch das Projekt. Wir haben in drei Umfragewellen versucht, Einstellungen, Motivation und Erwartungen an das Projekt zu erheben, siehe auch Abb. 7.

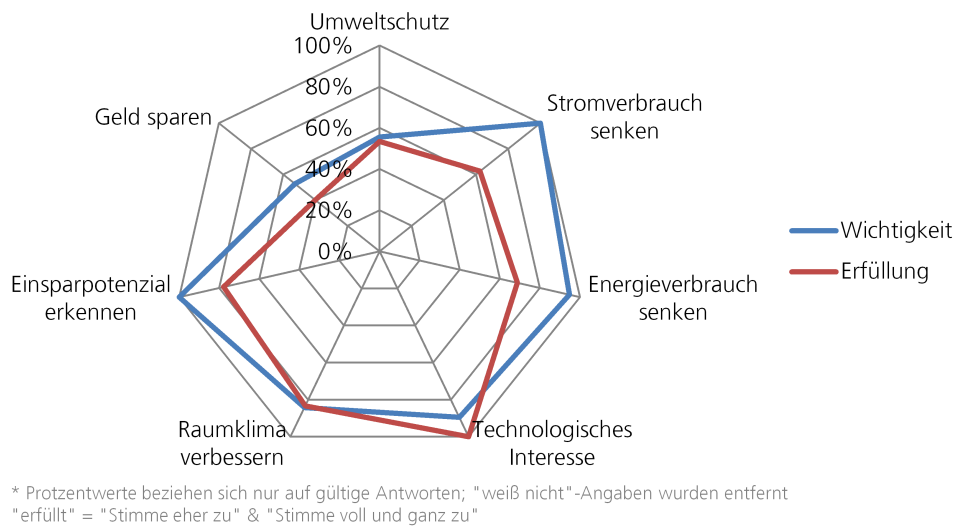


Abbildung 7

Übersicht über die Teilnehmerinteressen: Welche Interessen haben unsere Teilnehmer? Wie gut konnten wir diese Interessen adressieren?

Für unsere Teilnehmer stand Geld sparen und der Umweltschutz nicht im Vordergrund, sondern vielmehr das technologische Interesse, das Erkennen von Einsparpotentialen und die Senkung des Strom-/Energieverbrauchs. Während wir die Erwartungen in den Bereichen „Einsparpotentiale erkennen“, „Raumklima verbessern“ sowie „Technologisches Interesse“ erfüllen konnten ist uns das vor allem beim Thema „Stromverbrauch senken“ nicht gelungen. Gleichzeitig mussten wir allerdings auch feststellen, dass nur sehr wenige Haushalte überhaupt wissen, wie hoch ihr Energieverbrauch liegt. Aus unseren Umfragen konnten wir keine belastbare Datenbasis für Vergleichsrechnungen ableiten, sodass es uns nicht möglich ist, verlässliche Aussagen über die Einspareffekte abzuleiten. Unsere Teilnehmer wären jedoch durchaus bereit, für vergleichbare Geräte bis zu 150€ zu bezahlen. Eine Serienfertigung vorausgesetzt können vergleichbare Endverbraucherpreise mit unseren Technologien realisiert werden.

In Gesprächen mit den Teilnehmern hat sich herauskristalisiert, dass die Darstellung des Stromverbrauchs anhand von Graphen als wenig hilfreich empfunden wird. Dies bestätigt unsere These, dass Energiedarstellungen als solche nicht zwangsläufig zu Energieeinsparungen führen. Durch eine spielerische Darstellung, kombiniert mit konkreten Handlungsanweisungen, kann jedoch eine signifikante Verbesserung des Raumklimas erreicht werden.

Für zukünftige Projekte streben wir an, die spielerische Herangehensweise an

Energiemanagementthemen in den Vordergrund zu stellen. Die Rückmeldung aus Gesprächen zeigt uns, dass durch „Gamification“ [2] auch komplexe Zusammenhänge aus dem Bereich des Energiemanagements in einfachen Analogien dargestellt werden können.

In unseren Gesprächen zeigte sich auch, dass es zwei Teilnehmergruppen gibt:

- (1) Der technologisch orientierte Anwender, der primär an den Messdaten interessiert ist und weniger eine direkte Handlungsanweisung erwartet. Diese Teilnehmer sind oft die treibenden Kräfte in unseren Teilnehmerhaushalten und haben sich daher auch am intensivsten mit den Geräten beschäftigt.
- (2) Eine andere Gruppe stellen diejenigen dar, die sich eigentlich mit der Technik überhaupt nicht auseinandersetzen möchten. Graphenbasierte Darstellungen führen bei diesen Menschen nicht zu einer Auseinandersetzung mit Energiesparthemen. Diese bevorzugen eindeutig einen Ansatz, der ihnen konkrete Handlungsanweisungen empfiehlt — die in der Regel auch befolgt werden.

Im Hinblick auf die Einführung von Smart Metern in Deutschland gilt es, diese beiden Gruppen gleichberechtigt wahrzunehmen. Im Moment orientieren sich die Darstellungen der Energiewirtschaft eher an den Bedürfnissen der technischen Anwender. Eine Ergänzung der technischen Darstellungen durch konkrete Handlungsempfehlungen ist zu empfehlen und bietet — gerade auch im Bereich der Wärmeversorgung — noch zahlreiche Möglichkeiten, zielgruppengerechte Darstellungen zu entwickeln.

Literatur

- [1] Pels Leusden and H. Freymark. Darstellungen der Raumbehaglichkeit für den einfachen Praktischen Gebrauch. *Der Gesundheitsingenieur*, 16(72):23–25, 1951.
- [2] Jane McGonigal. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin Group , The, 2011.