

Diss. ETH Nr. 20888

**Consumption Feedback for Behavioural Change:
Improving Residential Energy Efficiency
through Online Platforms**

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

DOCTOR OF SCIENCES

presented by

TOBIAS GRAML

Dipl.-Inf., Ludwig-Maximilians-University Munich

born 3rd December 1979

citizen of Germany

accepted on recommendation of

Prof. Dr. Elgar Fleisch

Prof. Dr. Rolf Wüstenhagen

Dr. Thorsten Staake

2012

Abstract

Global energy consumption is steadily increasing and related carbon dioxide emissions are major concerns for our society. Domestic energy consumption in Western countries accounts for 20% to 30% of total energy use and offers a great potential for efficiency improvements. In this context, utility companies in Europe and the United States are facing increasing regulatory and societal pressure to support their residential customers to become energy efficient. One way to provide this support is by establishing online platforms that support environmental choices and the energy efficient behaviour of individuals.

This work investigates how such platforms can support energy efficiency on a large scale and what benefits can arise from them for utility companies. The work follows the design science approach by conceptualising, developing and deploying an online energy efficiency platform in a real world setting through a partnership with an Austrian utility company. This approach generates insight on how energy efficiency platforms need to be built in order to attract customers, how interventions can be applied effectively in order to improve customers' energy efficiency levels, and what other positive impacts can be generated for the utility company by energy efficiency platforms. Through a combination of literature research on energy efficiency interventions and expert interviews, essential elements of energy efficiency platforms are identified. These elements comprise various behavioural concepts, like feedback, social norms, defaults, framing, rewards, and goal setting. Based on these elements and the objectives of the involved stakeholders, the contents of the platform are developed and the information system is implemented. The platform is then advertised by the utility company to its customers. Over the course of the first year of the platform's operation, it was possible to attract 8492 active users that entered over 185000 meter readings manually in order to track their energy consumption.

The analysis of the users' characteristics and their behaviour on the platform generates insight on how users are attracted to use the energy efficiency platform and what their main motivations of using the platform are. The results show that intrinsic motivation like gaining a general understanding about their own energy consumption and putting it into context is stronger than extrinsic motivation like saving money. In addition, it is found that social influence has a significant impact on adoption behaviour but works differently for various user groups. The analysis of the effectiveness of the various elements of platform provides insight on how users can be engaged over a longer period of time. Important findings are that different levels of engagement need to be supported with different functionalities, that the establishment of routines can be supported through a combination of bonus point systems and promoting, and that it is necessary to intertwine users' online activities with offline behaviours. The benefits of providing an energy efficiency platform for the utility company are found to be manifold. The platform is able to engage a customer segment that is willing to invest in energy efficiency improvement measures and provides the basis to establish new revenue streams by offering products and services. Also, customer insights can be generated that are valuable among and across different functions of the utility company. In regards to energy efficiency savings, a reduction of 2.7% of the yearly consumption of customers that used the platform in comparison to customers that did not use the platform is found.

To consolidate the findings of the work a cost-benefit analysis along the lifecycle of the platform and recommendations for practitioners who are designing energy efficiency platforms are presented. In addition to these practical recommendations, promising areas of future research that were identified during the development, runtime, analysis, and dissemination phases of this work are discussed.

Zusammenfassung

Der ständig steigende globale Energieverbrauch und der damit einhergehende Kohlendioxid-Ausstoss sind zu einem grossen Problem für unsere menschliche Gesellschaft geworden. In den westlichen Industrieländern liegt der Anteil der Privathaushalte am Gesamtenergieverbrauch bei 20% bis 30%. Hier liegt ein grosses Potential für Energieeffizienz-Verbesserungen. In Europa und den USA sehen sich Energieversorger in diesem Zusammenhang wachsendem regulatorischem und gesellschaftlichem Druck ausgesetzt, ihren Privathaushalts-Kunden Unterstützung bezüglich energiesparender Massnahmen anzubieten. Eine Möglichkeit hierbei ist die Schaffung von Online-Plattformen, welche den Nutzer unterstützen, ökologisch richtige Entscheidungen zu treffen und sich energieeffizientes Verhalten anzueignen.

In vorliegender Arbeit wurde eine Untersuchung durchgeführt, wie derartige Plattformen Energieeffizienz in grossem Massstab fördern können und welcher Nutzen sich daraus für Energieversorger ziehen lässt. Methodisch wurde dabei nach dem sogenannten Design Science Ansatz vorgegangen, d.h. es wurde eine Online-Energieeffizienz-Plattform für reale Einsatzbedingungen konzipiert und entwickelt und im Rahmen einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit bei einem österreichischen Energieversorgungsunternehmen installiert und betrieben. Dieser Ansatz ermöglichte Erkenntnisse, wie derartige Effizienz-Plattformen aufgebaut sein müssen, um das Interesse der Kunden zu wecken, welche Steuerungsmechanismen am wirkungsvollsten sind, um Energieeinsparungen von Kunden zu maximieren, sowie welchen Nutzen Energieversorger aus dem Angebot derartiger Plattformen ziehen können. In einer Kombination aus Literaturrecherchen und Experteninterviews wurden in einem ersten Schritt die für eine Energieeffizienzplattform essentiellen Elemente identifiziert. Diese umfassen verschiedenartige Verhaltenssteuerungsmechanismen wie Rückmeldungen, soziale Normen, Standards, Belohnungen und Zielsetzung. Unter Berücksichtigung der Ziele der beteiligten Interessengruppen wurden die Inhalte der Plattform ausgearbeitet und das zugrundeliegende IT-System implementiert. Das Energieversorgungsunternehmen übernahm die Kundenwerbung für die Plattform. Im ersten Betriebsjahr der Plattform konnten 8492 aktive Nutzer gewonnen werden, wobei insgesamt 185 000 Stromzähler-Ablesungen manuell eingegeben wurden.

Aus der Analyse von Nutzercharakteristiken und dem Nutzerverhalten auf der Plattform konnten Erkenntnisse gewonnen werden, auf welche Arten die Nutzer dazu animiert werden können, die Plattform zu nutzen und welche Motivationselemente dabei die grösste Rolle spielen. Es zeigte sich, dass intrinsische Motivation wie z.B. die Gewinnung eines besseren Verständnisses des eigenen Energieverbrauchs und dessen Einordnung eine grössere Rolle spielen als extrinsische Motivation wie z.B. Kosteneinsparung. Darüber hinaus ergab sich, dass der soziale Kontext einen gewichtigen Einfluss auf das Anpassungsverhalten hat, wobei dieser jedoch bei verschiedenen Nutzergruppen unterschiedlichen Wirkungsgrad besitzt. Die Analyse der Wirksamkeit unterschiedlich ausgestalteter Plattformelemente zeigte auf, wie Plattformnutzer über einen längeren Zeitraum aktiv gehalten werden können. Die wichtigsten Erkenntnisse hieraus sind, dass unterschiedliche Aktivitätslevel auch mit unterschiedlichen Funktionalitäten unterstützt werden müssen, dass die Etablierung von Routine am besten durch eine Kombination aus einem Bonuspunktesystem und Belohnung erzielt wird, und dass die Online-Aktivitäten eines Nutzers mit seinem Offline-Verhalten kombiniert werden müssen.

Für den plattformbetreibenden Energieversorger konnten eine Reihe von vorteilhaften Auswirkungen im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Betrieb des Portals identifiziert werden. So ist es z.B. möglich, die Energieeffizienz-Dienstleistung mit wenig Betriebs- und -Unterstützungs-Aufwand für die Plattform einer breiten Masse von Kunden anzubieten. Aufgrund der Ansprachemöglichkeit eines Kundensegments, das gewillt ist, in Massnahmen zur Energieeffizienzverbesserung zu

investieren, können darüber hinaus neue Umsatzkanäle generiert werden, indem man entsprechende Produkte und Dienstleistungen über die Plattform anbietet. Des Weiteren kann Kundenwissen erworben werden, welches für das Versorgungsunternehmen von geschäftsbereichsübergreifendem Wert ist. In Bezug auf Energieeinsparungen erzielten Kunden im Schnitt einen jährlichen Minderverbrauch von 2,7% bezogen auf den Energieverbrauch von Kunden, welche die Plattform nicht nutzten.

Zusammenfassend wurden die Ergebnisse der Auswertungen in Form einer sich über den ganzen Lebenszyklus der Plattform erstreckenden Kosten-Nutzen-Analyse aufbereitet und daraus Empfehlungen für Plattformdesigner und betreibende Versorgungsunternehmen abgeleitet. Über diese praktischen Anweisungen hinausgehend zeigt die Arbeit vielversprechende Weiterentwicklungspfade für Energieeffizienz-Plattformen auf, welche während der Phasen Konzeption, Umsetzung, Betrieb, Analyse und Informationsaustausch identifiziert wurden, und stellt Bereiche für zukünftige Forschungsaktivitäten heraus.