



VISE

Virtuelles Institut Smart Energy

VISE Policy Brief

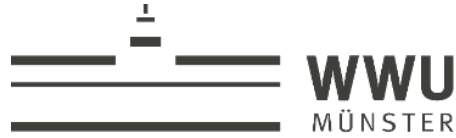
Q3 / 2018

Forschungsstudie SmartHome Rösrath

Feldtest in 120 Haushalten zur Untersuchung von Heizenergieeinsparungen in Bestandsgebäuden

Autoren

Technology
Arts Sciences
TH Köln



Prof. Dr. Thorsten Schneiders (TH Köln)
Tobias Rehm (TH Köln)
Lukas Hilger (TH Köln)

Kontakt



E-Mail: info@smart-energy.nrw

Website: www.smart-energy.nrw

Gefördert durch



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Kurzfassung

smarthomerösrath

In der Forschungsstudie „SmartHome Rösrath“ wurden tatsächliche Einspareffekte durch den Einsatz von Smart Home-Systemen in einem empirischen Feldtest untersucht. Dabei wurde auch die Benutzerfreundlichkeit sowie die Akzeptanz von Smart Home-Systemen bei den Endverbrauchern ermittelt.

Die Projektpartner des Forschungsprojektes waren die RheinEnergie AG als technischer Ansprechpartner und die Technische Hochschule Köln für die wissenschaftliche Begleitung sowie die Bewertung des Smart Home-Systems. Das Projekt ist im September 2015 gestartet und endete im Dezember 2017.

Im Rahmen der Forschungsstudie sind mehr als 120 Haushalte im Raum Rösrath mit Smart Home-Systemen ausgestattet worden. Für die Vergleichbarkeit der Haushalte handelt es sich bei diesen um Einfamilienhäuser mit einer zentralen Erdgas-Heizungsanlage.

Dabei haben sich die Bewohner dazu bereit erklärt, das System in der Projektlaufzeit zu testen und die monatlichen Verbräuche sowie die Erfahrungen in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit und Handling zu übermitteln.

Kernergebnis der Studie ist, dass sich mithilfe eines Smart Home-Systems der Gasverbrauch um bis zu 30 Prozent reduzieren lässt – unabhängig von der Größe des Hauses und dem Alter der Heizungsanlage. Dies gelingt aber nur, wenn sich die Nutzerinnen und Nutzer intensiv mit der Steuerung beschäftigen.

Die Studie ist Teil des europäischen Forschungsprojekts CELSIUS und wurde von der Europäischen Union gefördert. CELSIUS hat das Ziel, mit neuen Technologien – wie z.B. Smart Home – Energie effizienter und klimafreundlicher zu nutzen.

Smart Home
Feldtest mit 120
Haushalten

This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Program for research; technological development and demonstration under grant agreement no 314441.



1 Smart Home Markt aktuell

Der Begriff „Smart Home“ zielt auf das informations- und sensortech- nisch vernetzte Haus ab. Thematisch eingeordnet gehört es zur Ge- bäude- und Raumautomation sowie teilweise auch zur Anlagenautoma- tion. Die Hauptanwendungen von Smart Home sind im Haus- haltsbereich angesiedelt und sollen dem Nutzer (Hausbewohner) das alltägliche Leben erleichtern (assistieren)¹.

Typische Assistenzfunktionen von Smart Home-Systemen sind z.B.: Energieflussautomatisierung und -visualisierung, Beleuchtungsauto- matisierung (z.B. Präsenzmelder) sowie die Temperaturregelung.

Die Systeme werden nochmals hinsichtlich der Art der Datenübertra- gung unterschieden. Allgemein wird zwischen **funkbasierten** und **ka- belgebundenen** Systemen differenziert. Eine andere Option sind Powerline-Systeme, die bestehende Stromleitungen zur Datenübertra- gung verwenden und damit auch zu den kabelgebundenen Systemen zählen. Die kabelgebundenen Systeme werden in der Regel durch Fachhandwerker installiert und durch sogenannte Systemintegratoren in Betrieb genommen, welche die gewünschten Automationen pro- grammieren. Anders bei den funkbasierten Systemen, die auch als Selbsteinbausysteme - sogenannte „do-it-yourself“ oder auch „DIY- System“ - bezeichnet werden. Diese können nach Herstellerangabe vom Nutzer selbst installiert und in Betrieb genommen werden.

Neben den Komplett-Systemen gibt es unter der Rubrik Smart Home viele Anbieter, die Einzellösungen anbieten. Diese sind in der Regel nicht kompatibel mit anderen Komponenten oder Systemen, da bei- spielsweise unterschiedliche Funkstandards verwendet werden. In die- sem Zusammenhang wird auch von proprietären Herstellern gespro- chen.

Zur Lösung dieser Schnittstellenproblematik versuchen einige Herstel- ler, sich zu „**Plattformen**“ zusammenzuschließen. Dabei konzentrieren sich diese auf die Steigerung der Kompatibilität verschiedener Produkte und deren Kommunikationsstandards. Dies bedeutet beispielsweise die Verbindung von Komponenten verschiedener Systeme über ge- meinsame Schnittstellen.

Durch die Vielzahl an Komponenten und Systemen herrscht auf dem Markt aus Kundensicht häufig große Unübersichtlichkeit – zum Beispiel in Bezug auf die Kompatibilität. Über Aufbau und Funktionsweise eines Smart Home-Systems ist ebenfalls wenig bekannt, wie auch erste Er- kenntnisse aus den VISE-Projekten zeigen.

Smart Home das
intelligent ver-
netzte Haus

Unterscheidung
zwischen Funk
und Kabel

Plattformen zur
Steigerung der
Komptabilität

¹ Institut Gebäudetechnologie GmbH, Prof. Dr. Michael Krödel, Tipp des Monats 04/2016

2 Rahmenbedingungen der Studie

An der Forschungsstudie nahmen 120 Haushalte aus dem Projektgebiet Rösrath teil. Aus Gründen der Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse wurden die folgenden Rahmenbedingungen für die Haushalte zur Teilnahme an der Studie festgelegt:

- Eine Erdgasheizung, da 49 % in Deutschland mit Erdgas als Brennstoff Heizen ²
- Eine Zentralheizung, keine Einzelraumheizungen, da dies separate Zähler erfordern würde
- Ein konventionelles Wärmeverteilungssystem mit Wandheizkörpern (Radiatoren), die über gängige Standard-Heizkörperthermostatventile verfügen
- Einen eigenen Erdgaszähler zur Ermittlung des Energieverbrauchs und einen eigenen Stromzähler für die monatliche Erfassung der Verbrauchsdaten
- Eine Internetverbindung mit LAN-Anschluss für das Smart Home-System, um dieses im vollen Umfang zu nutzen
- Nach Möglichkeit keine Veränderung der Lebensgewohnheiten (z.B. Anwesenheitszeiten) im Vergleich zu den Vorjahren, um keinen Einfluss auf den Energieverbrauch und damit die Studienergebnisse zu haben

Der größte Teil der Teilnehmer wurden durch einen Informationsstand auf einem lokalen Stadtfest in Rösrath akquiriert. Bei den persönlichen Gesprächen mit den Bürgern viel auf, dass eine große Skepsis gegenüber der Technik bestand – insbesondere in Bezug auf die Steuerung der Systeme. Das Thema Datenschutz spielte zu diesem Zeitpunkt eine noch eher zweitrangige Rolle.

Für den Feldtest wurde ein QIVICON-basiertes Smart Home-System ausgewählt, da es über alle grundlegenden Funktionen (Features) und Komponenten eines intelligenten Gebäudeautomationssystems verfügt. Zum Beispiel können die typischen Anwendungsfelder, wie Energieeffizienz, Sicherheit und Komfort damit abgedeckt werden. Hinzu kommt, dass es sich bei diesem Smart Home-System um ein funkbasiertes Plug & Play System handelt. Dadurch konnte eine aufwendige Verkabelung bei der Installation vermieden werden.

Teilnehmer befürchten komplexes System

² BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., *Wie heizt Deutschland: BDEW-Studie zum Heizungsmarkt.*

Im Folgenden sind die nummerierten Basiskomponenten, die in der Studie verwendet wurden, in Abbildung 1 zu sehen ³:

1. Smart-Plug / Zwischenstecker (Dimmer, Verbrauchsmessung)
2. Rauchmelder (Alarmsirene)
3. Fenster- oder Türkontakt
4. Homebase (Zentrale)
5. Heizungsthermostat
6. Bewegungsmelder

**Vollwertiges
Smart Home-
System**



Abbildung 1: Basiskomponenten für Studienteilnehmer

Steuerungs-Interface: App

Zur Steuerung des Smart Home-Systems wird die App der RheinEnergie AG verwendet. Die App ermöglicht das Ansteuern von Aktoren (Geräten), die Überwachung von Verbräuchen und Gerätezuständen. Weiterhin können in der App Automationen (Regeln, Szenarien und Zeitpläne) konfiguriert werden. Die App kann auf Smartphones, Tablets oder über einen Internet-Browser mithilfe eines Computers benutzt werden. Ein Ausschnitt der Benutzeroberfläche ist in Abbildung 2 zu sehen ⁴.

**Programmierung
von Regeln zur
Hausautomation**



Abbildung 2: RheinEnergie Smart Home App – Benutzeroberfläche

³ RheinEnergie AG – SmartHome Komponentenübersicht

⁴ RheinEnergie AG – RheinEnergie SmartHome App

3 Vorgehensweise zum Monitoring

Nach der Installation der Smart Home-Systeme wurden die Verbräuche von Strom und Wärme über die Laufzeit des Feldtests von knapp zwei Jahren monatlich aufgenommen. Durch die Laufzeit war sichergestellt, dass mindestens eine ganze Heizperiode abgedeckt ist.

Ziel der Erhebungen war es, alle Parameter und Daten zu erfassen, die für die Bestimmung und Validierung der Einsparpotenziale durch Smart Home-Systeme notwendig sind. Die Einsparpotenziale werden durch den Vergleich der durchschnittlichen Referenzdaten der letzten drei Jahre mit dem jährlichen Verbrauch aus der Studienphase bestimmt.

3.1 Schulungskonzept

Um die Benutzerfreundlichkeit der Systeme zu testen, wurden den Studienteilnehmern zunächst nur die standardmäßigen Anleitungen als Hilfe an die Hand gegeben. Auch die individuelle Anpassung der Systeme sollten sie selbst durchführen. In den ersten Monaten wurden vermehrt Probleme in der Bedienung festgestellt. Dabei erwiesen sich die Online-Umfragen und Kommentarfelder als wertvolle Informationsquelle – trotz aufwendiger Auswertung. Weiterhin wurden über die Telefon-Hotline, vor allem in der Startphase der Studie, viele Probleme mit dem System geschildert. Hinzu kam, dass das System zu Beginn der Studie Stabilitätsprobleme in der Softwareplattform (u.a. durch Serverausfälle) aufwies, was für zusätzliche Verunsicherung bei den Teilnehmern sorgte.

Aus diesem Grund wurde ein Schulungskonzept im Rahmen eines Workshops entwickelt. Dort wurden die Teilnehmer mithilfe eines eigens konstruierten Smart Home-Demonstrators interaktiv geschult, siehe Abbildung 4. Ebenfalls verbesserte sich Systemstabilität durch Aktualisierungen des Software-Entwicklers.

**Kontinuierliche
Online Umfragen
zum Energie und
Nutzerverhalten**

**Interaktiver Work-
shop durch Live-
Programmierung**



Abbildung 3: Workshop mit den Studienteilnehmern in Rösrath

3.2 Methodik zur Auswertung der Heizenergieverbräuche

Die Vorgehensweise zur Bestimmung der veränderten Heizenergieverbräuche durch die Verwendung von Smart Home-Systemen ist in Abbildung 3 veranschaulicht. Dort wird ein Mittelwert, der sich aus drei Abrechnungsperioden der Vorjahre (ohne Smart Home) ergibt, mit den Verbrauchsdaten des Referenzjahres (mit Smart Home-System) verglichen. Diese beiden Verbrauchsdaten werden jeweils durch die entsprechenden Klimafaktoren der jeweiligen Jahre witterungsbereinigt.

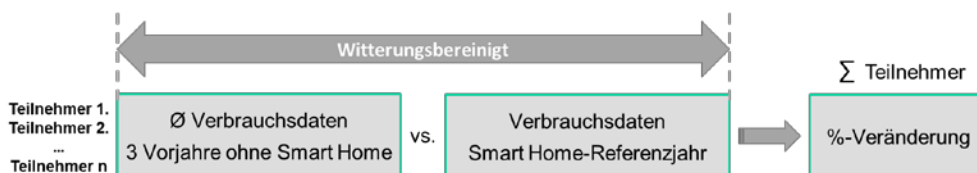


Abbildung 4: Schematische Vorgehensweise bei der Auswertung der veränderten Energieverbräuche

Aus den Berechnungen ergibt sich für jeden Teilnehmer eine prozentuale Veränderung des Verbrauchs (Einsparung oder Mehrverbrauch). Die prozentualen Veränderungen Teilnehmer werden jeweils für das gesamte Projekt aufsummiert. Dadurch ergibt sich eine durchschnittliche Veränderung (Einsparung/Mehrverbrauch) in Bezug auf das Referenzjahr mit der Nutzung des Smart Home-Systems.

Die Auswertung des Heizenergieverbrauchs hat gezeigt, dass die maximalen Einsparungen im Vergleich zu den Vorjahren ohne Smart Home-System rund 33 % liegen. Auf der anderen Seite ist ein maximaler Mehrverbrauch eines Teilnehmers von 26,5 % erreicht worden.

Einsparungen bis zu 33 % durch Smart Home

Zur weiteren Analyse der Ergebnisse wurden intensivere Umfragen und Gespräche zum Heizverhalten durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass besonders die Teilnehmer, die über die Laufzeit des Feldtests einen höheren Heizenergieverbrauch erzielt haben, folgendes bei der Befragung angegeben haben:

- längere Anwesenheitszeiten als zu Beginn des Feldtests
- Veränderungen in der Gebäude- und Anlagentechnik während der Laufzeit des Feldtests (z.B. falsch eingestellte Heizungsanlagen)
- Probleme mit der Handhabung des Smart Home-Systems

Weiterhin wurden Anhaltspunkte für **Rebound-Effekte** festgestellt. Beispielsweise gaben Teilnehmer an:

Rebound-Effekte

„Es wird mehr geheizt, da durch das Smart Home-System Einsparungen versprochen werden“ oder

„Das Heizen fällt leichter durch die einfachere Ansteuerung der Heizkörper“.

Bei der Analyse der Teilnehmer, die Einsparungen im Vergleich zu Ihren Vorjahreswerten erreicht haben, sind folgende Gründe für die Einsparung identifiziert worden:

- aktive Nutzung von Automationen (Zeitpläne, Lüftungsautomation)
- sicherer Umgang mit dem Smart Home-System (Teilnehmer „fühlen sich sicher“ in der Bedienung)
- kontinuierliche Nutzung des Systems
- hohes Maß an Energiebewusstsein

Weiterhin ist zu bemerken, dass die Einsparer über die Laufzeit der Studie keine veränderten Lebensumstände aufgewiesen haben. Dies ein weiteres wichtiges Indiz für die Auswirkungen der aktiven Nutzung des Smart Home-Systems auf die Einsparungen.

Für die Akzeptanz von Smart Home-Systemen wurden die Teilnehmer unter anderem nach Entscheidungskriterien für Smart Home-Systeme befragt. Dabei kristallisierten sich die in Abbildung 5 aufgezeigten Bewertungskriterien heraus.

Gründe für Einsparung

Entscheidungskriterien für Smart Home

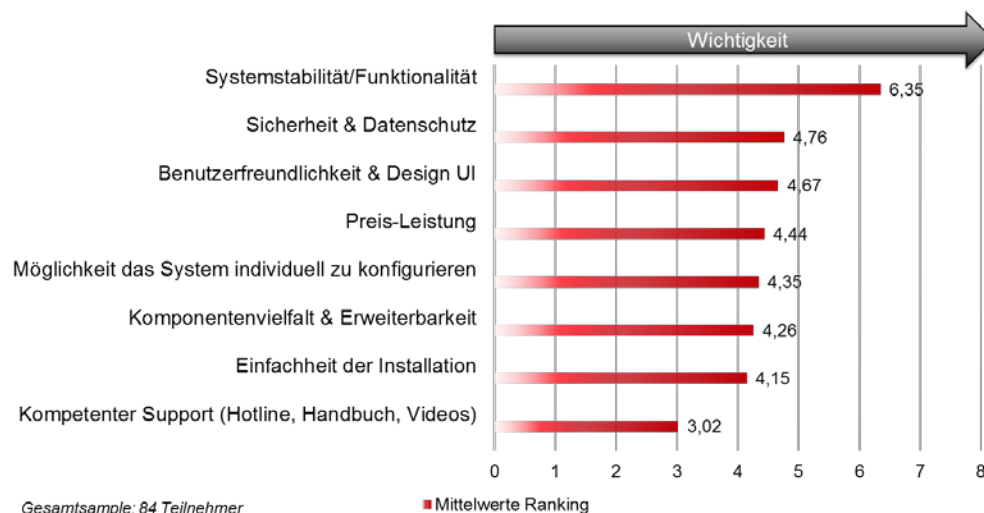


Abbildung 5: Entscheidungskriterien für ein Smart Home-System

Durch die Befragung der Teilnehmer nach der Wichtigkeit konnten die einzelnen Bewertungskriterien in einem Ranking aufgelistet werden. Dadurch konnte festgestellt werden, welche Eigenschaften für die Nutzer bzw. potenzielle Käufer besonders relevant sind. Wie die Abbildung zeigt, wird der Punkt **Systemstabilität und Funktionalität** aus Sicht der Teilnehmer mit Abstand als das wichtigste Kriterium für Smart Home-Systeme eingeschätzt.

4 Fazit und Ausblick

Zur Steigerung der Energieeffizienz in Wohngebäuden wurde in der Forschungsstudie „SmartHome Rösrath“ der Einsatz von Smart Home untersucht. Dazu wurden in 120 repräsentative Haushalte ausgewählt und mit Smart Home-Systemen ausgestattet. Die ausgewählten Haushalte waren repräsentativ hinsichtlich der Altersstruktur der Bewohner und des vorhandenen Gebäudebestandes für Deutschland.

Die Ergebnisse des Feldtests haben aufgezeigt, dass sich mithilfe von Smart Home-Systemen der **Gasverbrauch** unabhängig von der Größe des Hauses und dem Alter der Heizanlage **um bis zu 30 Prozent reduzieren** lässt. Dies gelingt aber nur, wenn sich die Nutzerinnen und Nutzer intensiv mit der Steuerung des Systems beschäftigen. Damit nicht nur Technikaffine Energieeinsparungen realisieren können, müssen die Anbieter ihre Systeme deutlich anwenderfreundlicher gestalten.

Regelmäßige Interviews und Workshops lieferten im Verlauf der Studie wertvolle Einblicke in die Gewohnheiten des Energieverbrauchs, das allgemeine Energiebewusstsein sowie das Nutzerverhalten und die Akzeptanz der Teilnehmer. Als eines der wesentlichen Elemente für die Akzeptanz gegen über Smart Home-Technologien hat sich die **Systemstabilität** herausgestellt. Sofern diese gegeben ist und das System darüber hinaus über eine **intuitive Bedienung** verfügt, steigt die Akzeptanz der Teilnehmer gegenüber den Systemen.

Als wesentliche Erkenntnis aus den Workshops hat sich jedoch auch herausgestellt, dass das allgemeine Verständnis zur Bedienung der Systeme sehr unterschiedlich ist. Die Teilnehmer mussten in den Workshops erst allgemein zur Bedienung und dem Umgang mit den Systemen abgeholt werden. Daher ist die **Kommunikation** mit dem Nutzer ein wichtiger Faktor für den Verkauf von Smart Home-Systemen. Hersteller müssen die Systeme noch benutzerfreundlicher und intuitiver auslegen, sodass ohne technische Vorkenntnisse auf die Bedürfnisse für Energieeinsparung, Komfort und mehr eingegangen wird.

Die Erkenntnisse der aus der Studie fließen in die laufenden VISE-Projekte mit ein. Beispielsweise findet das Schulungskonzept direkten Einzug in das Living Lab, welches im Rahmen des VISE-Projekts Energienachfrageverhalten Haushalte aufgebaut wird. Dort wird unter anderem Smart Home als wichtige Schlüsseltechnologie betrachtet und im Rahmen von Anwendungstests im Living Lab weiter für neue digitale Geschäftsmodelle untersucht.

Zusammenfassend hat die Studie aufgezeigt, dass Smart Home-Systeme bei richtiger Verwendung und leichter Anwendbarkeit einen wertvollen Beitrag zum Einsparen von Heizenergie im Haushaltsbereich leisten können. So kann Smart Home zukünftig zu einem elementaren Bestandteil des „neuen vernetzten Zuhauses“ werden.

5 Literaturverweis

Schneiders, T.; Rehm, T.; Hilger, L. (2017): CELSIUS Smart Cities: Deliverable 6.4 “Smart Home Field Test – Households”, TH Köln.