

# Das Zuhause smart machen – Erfahrungen aus Nutzersicht

Timo Jakobi<sup>1,2</sup>, Corinna Ogonowski<sup>1</sup>, Nico Castelli<sup>1,2</sup>,  
Gunnar Stevens<sup>1,2</sup> und Volker Wulf<sup>1</sup>

Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, Universität Siegen<sup>1</sup>  
Betriebswirtschafts insb. Wirtschaftsinformatik, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Kleinere, günstigere und effizientere Sensoren und Aktoren sowie Funkprotokolle haben dazu geführt, dass Smart Home Produkte in zunehmend auch für den privaten Massenmarkt erschwinglich werden. Damit stehen Hersteller und Anbieter vor der Herausforderung, komplexe cyber-physische Systeme für Jedermann handhabbar zu gestalten. Es fehlen allerdings empirische Erkenntnisse über die Rolle von Smart Home im Alltag. Wir präsentieren Ergebnisse aus einer Living Lab Studie, in der 14 Haushalte mit einer am Markt erhältlichen Smart Home Nachrüstlösung ausgestattet und über neun Monate empirisch begleitet wurden. Anhand der Analyse von Interviews, Beobachtungen und Co-Design Workshops in den Phasen der Produktauswahl, Installation, Konfiguration und längerfristigen Nutzung zeigen wir Herausforderungen und Potentiale von Smart Home Systemen auf. Unsere Erkenntnisse deuten darauf hin, dass das Smart Home immer noch von technischen Details dominiert wird. Zugleich fehlen Nutzern angemessene Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten, um weiterhin die Entscheidungshoheit im eigenen Zuhause zu behalten.

## 1 Einleitung

Der Consumer-Markt für Smart Home Nachrüstlösungen boomt. Mit dem aufkommenden Internet der Dinge versuchen neben etablierten Unternehmen wie Apple, Samsung oder Google auch viele (Branchen-)Neulinge ihre Einzel- oder Systemlösungen zu positionieren. Während die Anwendungsfälle einzelner Smart Home Komponenten sehr individuell ausfallen, werben Systemlösungen häufig mit der Adressierung von drei Nutzerbedürfnissen: Sicherheit, Komfortsteigerung und Energieeinsparungen. In der Forschung wurden diese Themen allerdings bisher meist getrennt voneinander untersucht.

Eine aktive Erforschung der Bedürfnisse der Nutzer in Verbindung mit Smart Home Systemen findet bisher nur sehr eingeschränkt statt. Beispielsweise werden einzelne Aspekte eines Smart Home, wie Potentiale der Automatisierung, der Aktivitätserkennung (Tapia et

al., 2004) und Implikationen für die Privatsphäre (Kirmse, 2012) erforscht. Auf Ebene des Interface Designs existieren Studien zur Nutzung und Anpassung einzelner Komponenten eines Smart Home, wie Kalender (Mennicken et al., 2016) oder mobile Interfaces (Koskela and Väänänen-Vainio-Mattila, 2004). Eine systematisierte Forschung zu Aneignungs- und Nutzungsbarrieren von Smart Home existiert allerdings kaum.

Aufgrund des Informationsbedarfs und mangelnder Untersuchungen über das ganzheitliche Nutzungserlebnisse von Smart Home Systemen (Chan et al., 2008), soll dieser Beitrag eine forschersche Perspektive auf die systematische Aneignung und Nutzung einer marktgängigen Smart Home Lösung liefern. Es werden Probleme über verschiedene Phasen der Aneignung, die sich in unserer laufenden Living Lab Forschung ergeben haben, aufgezeigt. Auf Basis qualitativ empirischer Daten, aus Interviews, Beobachtungen, Co-Design Workshops, in situ-Feedback aus einer Feedback-Applikation sowie informellen Stammtischen der letzten 9 Monate, skizzieren wir Herausforderungen, vor denen sowohl aktuelle Forschung als auch industrielle Entwicklung stehen, um das Smart Home Nutzungserlebnis zu verbessern. Dies umfasst die Identifikation und Lösungsvorschläge für (a) ein Informationsproblem in der Vor-Kauf-Phase, (b) ein Komplexitätsproblem während der Installation und Konfiguration, (c) ein Managementproblem in der routinierten Nutzung sowie (d) das Problem der propriäteren smarten Inseln im wachsenden Markt intelligenter vernetzter Geräte.

## 2 Stand der Forschung

Um die Anwendungsfälle und deren Potentiale im Smart Home besser ausloten zu können, wurden kommerzielle, als auch forschungsgetriebene Projekte zum Thema Smart Home durchgeführt. Dazu gehören beispielsweise Mozers adaptives Haus (Mozer, 1998), Georgia Techs „Aware Home“ (Kientz et al., 2008), das Smart Home von Orange (Harper, 2006), das eHome (Koskela and Väänänen-Vainio-Mattila, 2004) und das „House\_n“ des Michigan Institute for Technology (Intille, 2002). Diese haben sich meist für eine limitierte Zeit einzelnen Artefakten oder technischen Details wie Funkprotokollen gewidmet. Als Ausnahme untersuchen Harper (2006) speziell das Verständnis des Zuhauses aus Nutzersicht sowie Gestaltungsrichtlinien für das Smart Home und mögliche Zukünfte. Diese Studien liegen jedoch mehr als zehn Jahre zurück und berücksichtigen keine aktuellen Entwicklungen von Sensorik und Aktorik.

Mehr und aktuellere Untersuchungen existieren zu einzelnen Anwendungsfällen von Smart Home. In den letzten Jahren haben vor allem Energie-Management-Systeme hohe Aufmerksamkeit in der Forschung erhalten. Ihr Ziel ist es, die abstrakte Komponente „Energie“ – meist Elektrizität – für den Verbraucher durch angemessene Visualisierungen (Schwartz et al., 2013) oder Kontextinformationen (Castelli et al., 2014) erfahrbar zu machen.

Zur Komfortsteigerung mittels smarterer Technologien existieren vermehrt Forschungsaktivitäten im Bereich Ambient Assisted Living (AAL). Amiribesheli et al. (Amiribesheli et

al., 2015) präsentieren dazu eine Literaturanalyse und kommen für AAL zu generellen Gestaltungsrichtlinien, die sie auch für Smart Home Technologie allgemein anwendbar sehen. Auch das Thema Sicherheit, insbesondere die Zugangskontrolle, wurde für das Smart Home in einigen Arbeiten bereits erforscht. Ur et al. (2013) haben zum Beispiel gezeigt, dass viele Geräte zum Nachteil des Benutzers eigene Login-Systeme nutzen und dadurch eine durchgängige Nutzungserfahrung von Smart Home Systemen verhindern.

Vor allem die nutzerzentrierte Forschung zum Smart Home ist bislang fragmentiert und ungeordnet. Brush et al. (2011) haben Akzeptanzfaktoren des Smart Home erforscht. Sie identifizieren hohe Kosten, Inflexibilität, schlechte Handhabbarkeit und Schwierigkeiten in der Erreichung ausreichender Sicherheit als wesentliche Barrieren für den Erfolg solcher Systemlösungen. Koskela und Väänänen-Vainio-Mattila (2004) haben Oberflächen für die Interaktion mit Smart Home Systemen evaluiert. Es fehlen allerdings längerfristige Studien zu Nutzungsphasen von Installation, Konfiguration und routinierter Nutzung von Smart Home im Alltag. Vor diesem Hintergrund und der sich schnell weiterentwickelnden Technik sehen wir es als angebracht an, mehr als zehn Jahre später eine neuerliche Bestandsaufnahme der Aneignung von Smart Home Technologie im Alltag durchzuführen. Dabei verfolgen wir ähnlich wie Stevens (Stevens et al., 2009) das Ziel, durch ein verbessertes Nutzerverständnis die Aneignung von Technologie zu unterstützen.

### 3 Methode

Die in dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse sind im Rahmen des Forschungsprojekts SmartLive entstanden, das Barrieren der Gebrauchstauglichkeit und Aneignung von nachrüstbaren Smart Home Systemen identifiziert und Lösungsansätze dazu aufzeigen will. Im Folgenden werden das eingesetzte Smart Home System sowie das methodische Vorgehen und die Datenanalyse beschrieben.

#### 3.1 Smart Home Infrastruktur

Smart Home Produkte lassen sich zunächst grundsätzlich in zwei Gruppen differenzieren: Schon länger besteht die Produktklasse der Unterputz- und Einbau-Lösungen. Diese werden meist bei Neubauten oder grundlegenden Modernisierungen installiert. Hier können auch verkabelte Technologien, wie KNX zum Einsatz kommen. Der zurzeit allerdings stärker wachsende Markt, auf den die meisten neueren Smart Home Produkte abzielen, ist der der Nachrüstlösungen. Hier wird mit effizienten Funktechnologien, wie ZigBee, Z-Wave, EnOcean, DECT ULE oder Bluetooth LE gearbeitet. Sensoren und Aktoren können sowohl in Steckdosen gesteckt oder an beliebige Orten angebracht und mit Batterien betrieben werden. Während viele Produkte einzelne Anwendungsfälle abdecken, gibt es auch einige Systemanbieter, die meist mehr als fünf Sensoren und Aktoren zusammen mit einem Gateway anbieten und typischerweise versuchen, die drei populärsten Anwendungsfälle von Sicherheit, Komfort und Energiesparen abzudecken.

Für unser Vorhaben haben wir ein halb-offenes System mit Z-Wave Funkstandard eines deutschen Plattform-Anbieters eingesetzt. Die Produktpalette umfasste zu diesem Zeitpunkt Heizungs- und Raumthermostate, Bewegungssensoren, Tür-Fensterkontakte, Schalt-Mess-Steckdosen, Fernbedienungen, Rauchmelder und frei anbringbare Taster, um Regeln und Aktionen auszulösen. Neben der Erweiterung des Portfolios werden zunehmend Produkte von Drittanbietern in das System integriert. Die Installation der Komponenten wird als Plug'n'Play-Prozess beworben und erfordert keine fachliche Unterstützung. Zugriff und Steuerung waren jeweils an den Geräten selbst, über eine webbasierte Schnittstelle sowie über eine mobile Applikation möglich. Neben manueller Steuerung können über das System auch automatisiert Regeln und Zeitsteuerungen ausgelöst werden. Geräte können zu Gruppen zusammengefasst und so Räumen zugewiesen werden. Informationen zum Systemzustand liefert eine visuelle Aufbereitung der Log-Dateien. Produktportfolio, Funkprotokolle, Middleware und das Dashboard-Konzept finden in anderen aktuellen Systemen eine ähnliche Anwendung, so dass von einer weitgehend typischen Nachrüstlösung gesprochen werden kann. Aus rechtlichen Gründen können leider keine Abbildungen gezeigt werden.

## 3.2 Vorgehen und Datenanalyse

Ziel der Studie war es, zu untersuchen, wie sich Smart Home Nachrüstlösungen in der Praxis bewähren und mit welchen Herausforderungen sich Nutzer konfrontiert sehen. Um die Komplexität und Situiertheit solcher Systeme von der Informationsphase vor dem Kauf, über Installation und Konfiguration bis hin zur routinierten Nutzung im Alltag zu untersuchen, haben wir uns dem Ansatz der Living Labs bedient (Eriksson et al., 2005). Living Labs ermöglichen es, Forscher, Entwickler und anderen Stakeholder möglichst frühzeitig mit Nutzern zusammen zu bringen und Technologie in offenen Gestaltungsprozessen in realitätsnahen Umgebungen zu entwickeln (Følstad, 2008).

Die Akquise der Teilnehmer<sup>1</sup> fand über lokale Zeitungs- und Radiobeiträge statt. Interessierte konnten sich auf einem von der Universität betriebenen Online-Portal für Testhaushalte registrieren. Basierend auf relevanten Auswahlkriterien (Haushaltsgröße (Einpersonen-/Mehrpersonenhaushalt mit/ohne Kindern), Wohnfläche (> 80 qm), Wohnart (Eigentum/Miete; Wohnung/Haus), Wohnort (Stadt/Land), Alter (Kernzielgruppe 30-65 Jahre), technische Expertise (gering/hoch), DSL-Anschluss, Smart Home Vorwissen; Bereitschaft der aktiven Teilnahme am Projekt) wurden mit 63 Haushalten Telefointerviews geführt, um diese näher kennen zu lernen und ihre Kommunikations- und Reflektionsfähigkeit besser bewerten zu können. Insgesamt wurden 14 Haushalte mit 23 Teilnehmern ausgewählt, die alle im Großraum Siegen wohnhaft sind. Unser Sample setzt sich wie folgt zusammen: zwei Einpersonenhaushalte, fünf Mehrpersonenhaushalte ohne Kinder und sieben mit Kindern, davon leben vier Haushalte in Wohnungen und zehn in Eigenheimen. Das Teilnehmeralter lag zwischen 27-61 Jahren, wobei zwölf Haushalte 30-50 Jahre (Kernzielgruppe) alt waren. Die Teilnahme wurde nicht vergütet; alleiniger Anreiz war

---

<sup>1</sup> Zur Vereinfachung des Leseflusses wird der männliche Plural verwendet. Es sind sowohl Teilnehmerinnen als auch Teilnehmer gemeint.

die kostenlose Bereitstellung des o.g. Smart Home Systems, das als Forschungsgegenstand dient, und die aktive Beteiligung im Projekt.

Für die Erhebung der qualitativen Daten wurde neben einem gemeinsamen Auftaktworkshop eine initiale semi-strukturierte Interviewstudie (siehe Abb. 1) zum Kennenlernen der Haushalte vor Ort durchgeführt (ein Interview je Haushalt). So wurden Lebensverhältnisse, Routinen, Bedarfe, Interessen und Ziele in Verbindung mit Smart Home in Erfahrung gebracht. Zudem sollte jeder Haushalt zur Orientierung eine „Wunschliste“ mit ca. zehn der zuvor beschriebenen Geräte erstellen. Der Hinweis klein anzufangen und sich zunächst auf einen Raum zu fokussieren, sollte helfen Anwendungsfälle und Einsatzgebiete einfacher zu identifizieren, was aber kein Muss war. Die Ausbringung der gewünschten Komponenten erfolgte im Anschluss. Dabei wurden sieben Haushalte persönlich bei der Installation vor Ort beobachtet, die andere Hälfte wurde um Selbstdokumentation gebeten. Um die Erfahrungen der Teilnehmer möglichst kontextbezogen zu dokumentieren, wurden mit dem Zeitpunkt der Ausrollung eine Feedback Applikation für mobile Endgeräte bereitgestellt und informelle Stammtische zum Austausch durchgeführt. Darüber hinaus wurden zwei Design-Workshops durchgeführt (Vermittlung von Smart Home und Verbesserungsvorschläge Interfacegestaltung). Nach vier Monaten Aneignung und Integration des Systems in den Alltag der Haushalte wurde eine zweite Interviewstudie vor Ort durchgeführt.



Abbildung 1: Zeitleiste der Aktivitäten unserer Living-Lab basierten Forschung

Die über den gesamten Zeitraum gewonnenen qualitativen Daten stellen die Grundlage für die Analyse dar. Jedes Dokument wurde anhand der thematischen Analyse von jeweils zwei ForscherInnen unabhängig aufgearbeitet (Braun and Clarke, 2006). Die Codierungen wurden nach jeder empirischen Phase konsolidiert und iterativ weiterentwickelt. Dabei haben sich vier zentrale Kategorien der Aneignung von Smart Home über drei Phasen der Nutzung hinweg entwickelt. Diese Phasen haben wir in Anlehnung an Silverstone und Haddon (Silverstone and Haddon, 1996) als idealtypische Nutzungsphasen von Smart Home Technologie identifiziert, die zur Einordnung der empirischen Daten in den Forschungsprozess dienen sollen und in denen zentrale Herausforderungen und Erfahrungen aus Nutzersicht identifiziert werden konnten.

## 4 Ergebnisse

In unserer Analyse sind vier große Herausforderungen aus Nutzersicht deutlich geworden: ein Informations-, Komplexitäts- und Managementproblem sowie Limitierungen durch das

System. Zur besseren Orientierung haben wir diese idealtypisch in die Vor-Kaufphase, die Einrichtungsphase und die Phase routinierter Nutzung eingeordnet.

## 4.1 Erwartungen und Bedürfnisse vor dem Kauf

Die Auftaktinterviews zeigten, dass sich viele Teilnehmer bereits über Smart Home im Internet oder Zeitschriften informiert haben. Der häufigste Grund war dabei entweder ein Neubau oder eine anstehende Modernisierung des Zuhauses, das spezielle Interesse an einem Anwendungsfall (meist Sicherheit) oder allgemeines technisches Interesse. Insbesondere in den ersten beiden Fällen, konnte der Informationsbedarf aber kaum erfüllt werden. Zu den häufigsten Abbruchkriterien zählten eine mangelnde Marktübersicht, zu technisch orientierte Präsentation des Themas. Auch die hohen Kosten für umfangreichere Pakete und die unterschiedlichen Bezahlmodelle, die ein hohes finanzielles Investment voraussetzten, wirkten abschreckend. Zudem blieb vor allem beim Anwendungsfall Energiesparen die Amortisierung unklar. Darüber hinaus stellte die Mehrzahl die Vertrauenswürdigkeit von Dienst Anbietern bzw. die Sicherheit des Smart Home vor ungewünschtem Zugriff in Frage.

Während der Auswahl der Komponenten zeigte sich zudem, dass viele Haushalte ein nur sehr geringes Wissen über die Möglichkeiten einzelner Sensoren und deren Kombinationsmöglichkeiten besaßen. Abgesehen von den technisch versierten Haushalten, war es häufig der Fall, dass neben einem primären Anwendungsfall, der das initiale Interesse an Smart Home begründete, wenig weitere Ideen vorhanden waren. Haushalte hatten Schwierigkeiten, die einzelnen Möglichkeiten eines Sensors mit anderen Komponenten zu verknüpfen und dadurch zu komplexeren Szenarien zu gelangen. Häufig halfen dabei von den Forschern bereitgestellte Szenarien oder Austausch der Haushalte bei den Stammtischen.

## 4.2 Installation und Konfiguration

Mit Beginn der Ausrollung wurde die Installation der Systeme begleitet. Diese wurde teilweise selbst oder durch uns per Video und Beobachtungsprotokoll dokumentiert. Hier zeigten sich sowohl Hardware- als auch Software-seitige Herausforderungen und Erwartungen der Nutzer an die Installation der Komponenten sowie die Konfiguration über das Software-Interface. Ähnlich wie bereits in der ersten Phase, kamen erfahrene TeilnehmerInnen oft problemlos durch die Installation, Haushalte mit weniger technischer Erfahrung scheiterten schneller und waren frustrierter.

Für die Inbetriebnahme der Hardware-Komponenten wurden anbieterseitige Videoanleitungen zur Verfügung gestellt. Diese wurden als hilfreich und sehr positiv bewertet. Einführende Overlays in der Software wurden hingegen häufig nicht wahrgenommen. Nach entsprechendem Hinweis wurden aber auch diese als informativ bewertet und konnten Orientierungsprobleme verhindern oder lösen. Das für funkbasierte Systeme typische Pairing von Sensoren und Gateway wurde allerdings als lästig und kompliziert empfunden. Zugleich fühlten sich technisch weniger versierte Teilnehmer mehrfach unwohl dabei und konnten die Notwendigkeit des Pairings nicht nachvollziehen. Im Erfolgsfall folgt zwar ein positives

Gefühl, bei Problemen führte dies jedoch schnell zur Resignation. Hier wandten sich Haushalte, die sich selbst dokumentierten schon oft das erste Mal an den Support des Herstellers oder suchten Hilfe beim Projektteam.

Software-seitig bestanden die Probleme vor allem in der Erstellung von Regeln. Immer wieder war Unterstützung notwendig, weil es schwer fiel analytisch über eigene Routinen zu reflektieren und diese auf Abhängigkeiten wie „Wenn-dann“-Regeln abzubilden. Ein häufiges Beispiel stellte die Lichtschaltung bei Auslösung des Bewegungssensors in Abhängigkeit der aktuellen Helligkeit dar. Auffällig war, dass Regeln nach und nach an ihren eigentlichen Zweck angepasst wurden. In diesem Beispiel wurde zunächst der Bewegungsmelder mit dem Licht gekoppelt und diese Regel getestet. In einem zweiten Schritt wurde das Intervall für das Licht angepasst, damit es nach fünf Minuten wieder ausgeht. Wieder wurde getestet. Schließlich wurde die Regel um die Bedingung erweitert, dass nur bei Dunkelheit geschaltet werden sollte. Dazu wurde zunächst eine Zeitschaltung, dann jedoch die Helligkeitsmessung des Bewegungsmelders hinzugefügt. Dieses Beispiel verdeutlicht einen sofortigen Testbedarf bei vorgenommenen Änderungen. Neben der Unterstützung vor Ort, die zumeist zwei Stunden dauerte, endete die Phase der Anpassung und Konfiguration nach ungefähr einem Monat. Anschließend ebten Anfragen zur Einrichtung und Konfiguration stark ab.

### 4.3 Domestifizierung und routinierte Nutzung

Im Verlauf der Aneignung des eingerichteten Smart Home konnten wir insbesondere über die Feedback Applikation wertvolles in situ-Feedback von Nutzungsproblemen sammeln. Die informellen Stammtische halfen uns, in einen engen Austausch mit den Teilnehmern zu kommen. Für die Integration der Systeme in den Alltag fanden unsere Haushalte eine Vielzahl von Ideen zur Verbesserung der Passgenauigkeit an ihre Routinen. Zwar trat die Hardware mit der Zeit in den Hintergrund und auch die Interaktionen über die angebotene Software reduzierten sich, allerdings kam es immer wieder zu Bedarfen nach Informationen und des Managements, die Verbesserungspotentiale von Hard- und auch Software aufzeigen.

Es wurde deutlich, dass Schaltungen des Smart Home über eine Applikation zu hohe Nutzungshürden aufweisen. Die Navigationswege (Entsperren des Handys, Einloggen in die App, Finden des Schalters) dauerten vielen Haushalten zu lange, um einen klaren Mehrwert gegenüber einem Hardware-Schalter zu erkennen. Diese Funktion wurde dennoch als Sicherheitsfunktionalität genutzt, wenn man nicht zu Hause war und Anwesenheit vortäuschen wollte. Hierfür wurde eine Automatik mit leichter Gleitzeit gewünscht. Mit lediglich fest einstellbaren Zeiten erkannte man keinen Mehrwert gegenüber einer normalen Zeitschaltuhr, die als prinzipiell unsichere, weil zu regelmäßige Anwesenheitssimulation wahrgenommen wurde.

Eine Funktionalität, die insbesondere bei Abwesenheit von Interesse war, waren die Log-Daten, die die Vorgänge der letzten zwei Tage anzeigten. Vor allem in und nach der Urlaubszeit war dieses Log zentrale Informationsquelle, um zu kontrollieren, was Zuhause passiert ist. Die angebotenen textbasierten Informationen waren für viele Haushalte nicht wirklich hilfreich und nur schwer verständlich. Vor allem wurde der limitierte Zeitraum von

zwei Tagen als problematisch bewertet, um vergangene Ereignisse im Zuhause einzusehen. In dieser Phase wurde häufig der Bedarf nach einem Schalter diskutiert, der alle vernetzten Geräte ausschalten könnte. Dieser könne dann entweder an der Haustür oder am Schlüsselbund per Fernbedienung ausgelöst werden, um bei Verlassen des Hauses die Sicherheit zu haben, alles ausgeschaltet zu haben.

Zudem haben wir Szenarien gefunden, die Mangels passender Sensoren und Informationsmöglichkeiten, kreativ an individuelle Bedarfe angepasst wurden. In einem Haushalt wurde der Wäschetrockner im Keller mit einer Schalt-Mess-Steckdose ausgestattet und mit einer weiteren an einer Lampe im Wohnzimmer gekoppelt. Über den Verbrauch des Wäschetrockners konnte festgestellt werden, ob dieser fertig war und die Lampe im Wohnzimmer als Indikator blinken lassen. Während Kernanwendungsfälle für Smart Home identifiziert zu sein scheinen, sind die einzelnen Ausgestaltungen extrem vielfältig und ergeben sich häufig erst während einer Phase der fortgeschrittenen Nutzung der Systeme, sodass diese kaum in der Vorkauf-Phase mitgedacht oder beworben werden können.

#### 4.4 Expertentum: Bedarfe der Rekonfiguration und Erweiterung

In der Interviewstudie nach vier Monaten Nutzungszeit zeigte sich, dass alle Teilnehmer insgesamt sehr zufrieden mit ihrem Smart Home waren. Allerdings wurde das Produkt in dem jetzigen Stadium auf Basis des Marktpreises als teure Spielerei bewertet. Zudem ist die Vielzahl der Haushalte an klare Grenzen des Systems gestoßen, die teilweise auf das Produktspektrum, teilweise auf Inkompatibilitäten mit anderen Lösungen oder mangelnde Einbindung weiterer smarter Geräte des gleichen Funkstandards zurückzuführen waren.

Gerade technisch versierte Teilnehmer versuchten andere Sensoren wie zum Beispiel Kameras in ihr Smart Home einzubinden. Dies scheiterte teilweise vollständig, wenn der jeweilige Hersteller den Standard abweichend interpretiert hatte. Die Inkompatibilität selbst innerhalb von Protokollstandards stieß auf Unverständnis der Teilnehmer. Über die typischen Sensoren eines Smart Home hinaus, wollten Haushalte aber auch Anbindung an andere intelligente Systeme in ihrem Umfeld erlangen. Beispielsweise versuchten Teilnehmer, ihre Smart Meter Daten in ihr Smart Home einzubinden und ihre Photovoltaik-Anlage zu überwachen. Auch kam es vor, dass GPS-Daten des Smartphones als Anwesenheitsindikator im Zuhause herangezogen werden sollten.

## 5 Diskussion und Zusammenfassung

In der präsentierten Studie wurden Bedarfe in den Bereichen Kaufentscheidung, Installation und Konfiguration sowie in der längerfristigen routinisierten Nutzung und der Erweiterung der Systeme identifiziert. Um gebrauchstaugliche Lösungen mit einem entsprechenden Nutzungserlebnis im Bereich Smart Home zu entwickeln, diskutieren wir abschließend vier Lösungsvorschläge. Diese Herausforderungen sind ein vertiefendes Spiegelbild einer aktuellen Marktstudie, die Hemmnisse für den Erfolg von Smart Home Systemen identifiziert (Deloitte and Technische Universität München, 2015).

**Informationsproblem:** Haushalte hatten Schwierigkeiten in dem dynamisch wachsenden Markt mit vielen Anbietern, Funkstandards und Bezahlmodellen das für sie richtige Produkt zu identifizieren. Mehrwerte müssen klarer transportiert und die technische Dominanz des Themas weiter reduziert werden. Hier ist nicht nur ein passendes Informationsangebot, sondern auch eine technologische Flexibilität notwendig, damit kein technisch bedingter Lock-In Effekt für den Verbraucher entsteht, der für potentielle Käufer abschreckend wirkt.

**Komplexitätsproblem:** Während der Installation wurde deutlich, dass Smart Home unter einem Komplexitätsproblem leidet. Ein Großteil der Teilnehmer sah sich nicht in der Lage, das plug&play Smart Home in Betrieb zu nehmen. Hier sollte eine weiterreichende Vorkonfiguration forciert werden. Wir schlagen vor, die Unterstützung des Nutzers zu erweitern und die Analyse der heimischen Routinen sowie potentielle Automatisierungen durch das System bereitzustellen. Beispielsweise könnten Produkte bereits bei Ankuft gepaired und mit grundlegenden Regeln ausgestattet sein, wenn der Nutzer zuvor Rahmendaten zum Tagesablauf angibt.

**Mangementproblem:** Während der längerfristigen Nutzung des Smart Home benötigten Haushalte Mechanismen, um den Status des Smart Home zu überwachen, Anpassungen vorzunehmen oder Verbrauchsstatistiken einzusehen. Auch wenn das System möglichst selbstständig arbeiten soll, besteht ein Nutzerbedarf dahingehend, die Souveränität im Zuhause aufrecht zu erhalten. Dazu zählen gebrauchstaugliche, flexible Visualisierungen von Verbräuchen mit umfangreichem Datenmaterial und Systemzuständen. Insbesondere die Ansicht vergangener Zustände sollte einen schnellen Überblick über Aktivitäten des Zuhauses gewährleisten.

**Proprietätsproblem:** Nach einer Gewöhnungsphase an das Smart Home wurden vielfach Anknüpfungspunkte für weitere Systeme und Infrastruktur im Haushalt gefunden. Kritisiert wurde dabei die Isolation des Systems von anderen intelligenten „Inseln“, wie dem Smart Metering oder Smartphones. Diese Flickenteppiche intelligenter Systemeneerscheinen dem Nutzer kontraintuitiv – entsprechende Schnittstellen werden vorausgesetzt. Hier könnten offene Standards dazu beitragen Grenzen zu überwinden ein ganzheitlicheres Nutzungserlebnis fördern.

### Danksagung

Wir danken den Testhaushalten des Living Labs für ihre Unterstützung. Diese Arbeit wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (FKZ: 01MU14001).

### Literaturverzeichnis

- Amiribesheli, M., Benmansour, A., and Bouchachia, A. (2015). A review of smart homes in healthcare. *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.* 6, 495–517.
- Braun, V., and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qual. Res. Psychol.* 3, 77–101.
- Brush, A.J., Lee, B., Mahajan, R., Agarwal, S., Saroiu, S., and Dixon, C. (2011). Home automation in the wild: challenges and opportunities. In Proc. of the *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (ACM), pp. 2115–2124.

- Castelli, N., Stevens, G., Jakobi, T., and Schönau, N. (2014). *Switch off the light in the living room, please!—Making eco-feedback meaningful through room context information.*
- Chan, M., Estève, D., Escriba, C., and Campo, E. (2008). A review of smart homes—Present state and future challenges. *Comput. Methods Programs Biomed.* 91, 55–81.
- Deloitte, and Technische Universität München (2015). *Ready for Takeoff? Smart Home aus Konsumentensicht.*
- Eriksson, M., Niitamo, V., and Kulkki, S. (2005). *State-of-the-art in utilizing Living Labs approach to user-centric ICT innovation—a European approach.* Lulea Cent. Distance-Spanning Technol. Lulea Univ. Technol. Swed. Lulea Online [Http://www.CdtLtuSemainPhpSOALivingLabs.pdf](http://www.CdtLtuSemainPhpSOALivingLabs.pdf) 1, 1–13.
- Følstad, A. (2008). Towards a living lab for the development of online community services. *Electron. J. Virtual Organ. Netw.* 10.
- Harper, R. (2006). *Inside the smart home* (Springer Science & Business Media).
- Intille, S.S. (2002). Designing a home of the future. *IEEE Pervasive Comput.* 1, 76–82.
- Kientz, J.A., Patel, S.N., Jones, B., Price, E.D., Mynatt, E.D., and Abowd, G.D. (2008). The georgia tech aware home. In *Proc. of CHI'08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, (ACM), pp. 3675–3680.
- Kirmse, A. (2012). *Privacy in Smart Homes.* ComSys Semin. Adv. Internet Technol. SS2012.
- Koskela, T., and Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2004). Evolution towards smart home environments: empirical evaluation of three user interfaces. *Pers. Ubiquitous Comput.* 8, 234–240.
- Mennicken, S., Kim, D., and Huang, E.M. (2016). Integrating the Smart Home into the Digital Calendar. In *Proc. of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (ACM), pp. 5958–5969.
- Mozer, M. (1998). The neural network house: An environment that adapts to its inhabitants. *Proc. of AAAI Spring Symp Intell. Environ.* 110–114.
- Schwartz, T., Stevens, G., Ramirez, L., and Wulf, V. (2013). Uncovering Practices of Making Energy Consumption Accountable: A Phenomenological Inquiry. *ACM Trans Comput-Hum Interact* 20, 12:1–12:30.
- Silverstone, R., and Haddon, L. (1996). Design and the domestication of ICTs: technical change and everyday life. *Commun. Des. Polit. Inf. Commun. Technol.* 44–74.
- Stevens, G., Pipek, V., and Wulf, V. (2009). Appropriation infrastructure: Supporting the design of usages. *End-User Development*, (Springer), pp. 50–69.
- Tapia, E.M., Intille, S.S., and Larson, K. (2004). *Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors* (Springer).
- Ur, B., Jung, J., and Schechter, S. (2013). The current state of access control for smart devices in homes. In *Workshop on Home Usable Privacy and Security (HUPS).*