

# Universität Siegen



Modul: Spezielle Aspekte der WI  
Interaktionsmöglichkeiten im Smart Home

## **Seminararbeit**

**An der  
Universität Siegen  
Fakultät III (Wirtschaftsinformatik)**

Studiengang Wirtschaftsinformatik

vorgelegt von:

Martin Wichary

964117

Januar 2017

Gutachter: Prof. Dr. Rohde

Betreuer: Corinna Ogonowski / Timo Jakobi

## Inhalt

1. Einleitung und Motivation .....	3
2. Smart Home im Allgemeinen.....	3
3. Interaktionsmöglichkeiten .....	5
3.1 Automatisierung .....	5
3.2 Touchscreens / Touch Panels / Terminals.....	6
3.3 Apps .....	9
3.4 Gestensteuerung.....	11
3.5 Sprachsteuerung.....	12
3.6 Weitere Interaktionsmöglichkeiten .....	14
4. Zusammenfassung und Ausblick.....	15
5. Fazit.....	16
Quellenverzeichnis .....	III
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	VI

## 1. Einleitung und Motivation

Smart Home-Systeme erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Vor wenigen Jahren war die Vision vom „intelligenten Zuhause“ noch eine Wunschvorstellung aus dem Fernsehen. Heute dagegen gibt es bereits ein weites Spektrum an verschiedenen Anbietern und Lösungen, welche das Zuhause nach und nach „smarter“ machen. Diese Lösungen unterscheiden sich hinsichtlich der Qualität, der Komplexität sowie dem Funktionsumfang als auch der adressierten Zielgruppe. Trotz dieser Vielfalt auf dem Markt haben sich Smart Home-Systeme noch nicht endgültig als Standard in Haushalten durchgesetzt. Die Gründe hierfür sind vielseitig und wurden in verschiedenen Arbeiten analysiert [1][2]. Da auch die Bedienbarkeit und die User Experience als wichtige Aspekte für die Akzeptanz dieser Systeme ausgemacht wurden, wird in dieser Arbeit eine Übersicht über verschiedene Interaktionsmöglichkeiten im Smart Home aufgezeigt. Hierzu wird zunächst der Begriff Smart Home erklärt und anschließend verdeutlicht, worin sich ein intelligentes Haus von einem konventionellen Haus unterscheidet. Des Weiteren werden die wichtigsten Eigenschaften und Kennzeichen erläutert. Im Hauptteil werden die verschiedenen Möglichkeiten aufgezeigt, mit denen man heutzutage sein intelligentes Haus steuern kann. Die unterschiedlichen Ansätze werden dabei kurz erklärt, anhand von Beispielen des Markts dargestellt und hinsichtlich Aspekte der User Experience überprüft. Zum Abschluss werden Vor- und Nachteile aller Interaktionsmöglichkeiten erläutert und mögliche Trends für die Zukunft aufgezeigt.

## 2. Smart Home im Allgemeinen

Obwohl das Forschungsgebiet Smart Home bereits seit Mitte der 1980er-Jahre untersucht wird, gibt es für ein Smart Home bis heute noch keine einheitliche Definition und noch keinen einheitlichen Begriff. Dennoch weist es bestimmte Merkmale auf, die es von einem normalen Haus unterscheidet. Das Smart Home, Connected Home oder auf Deutsch intelligente Haus besteht aus mehreren Aktoren und Sensoren, die miteinander verbunden sind. Sie senden und empfangen Befehle, reagieren auf Veränderungen der Umgebung und führen so automatisch bestimmte Aktionen im Haus durch [3]. Technologisch gibt es bei der Verbindungsart von Aktoren und Sensoren zwei verschiedene Ansätze – den funkbasierten und den kabelbasierten, bei denen man wiederum zwischen Stromkabeln und Datenkabeln unterscheiden muss. Zudem grenzt man standardisierte Lösungen und proprietäre Einzellösungen voneinander ab. Bekannte standardisierte Protokolle sind Z-Wave, ZigBee und KNX/EIB [4]. Während die beiden Ernstgenannten reine Funklösungen sind, ist KNX oder auch „Konnex“ eines der größten und am weitesten verbreiteten kabelgebundenen Standards. KNX

bietet mit KNX-RF und KNX-PL zudem Protokolle zur Funk- und Datenleitungskommunikation an [5]. In proprietären Systemen können Geräte ausschließlich mit Geräten des gleichen Herstellers kommunizieren. Auch hier gibt es auf dem Markt eine Vielzahl an verschiedenen Systemen, wie Busch-free@home, Loxone oder HomeMatic[6]–[8]. Für welches System sich ein Endkunde am Ende entscheidet liegt häufig an zwei Faktoren. Zum einen ist der Aufwand bei einer kabelgebunden Lösung wie KNX sehr hoch und macht in der Regel nur bei einem Neubau oder einer Grundsanierung Sinn. Soll ein bestehendes Haus um bestimmte Funktionalitäten erweitert werden, bietet sich hingegen eine Funklösung an. Außerdem muss der Endkunde wissen, welche Funktionen er umsetzen möchte und wie hoch sein Budget, welches der zweite entscheidende Faktor darstellt, ist. Entscheidet man sich für ein standardisiertes Protokoll sind die Kosten für die einzelnen Geräte häufig etwas teuer, da die Hersteller für die Zertifizierung eine Gebühr zahlen müssen [9].

Funktional können in einem Smart Home bereits eine Vielzahl von Teilsystemen miteinander verbunden werden. Die wichtigsten Gebiete sind Licht, Heizung, Sanitäranlagen, Jalousien, Energie, Überwachung, Zutrittskontrolle und Notfallsysteme, welche allesamt bereits in einem Smart Home integriert werden können. Darüber hinaus kommt die Einbindung von einzelnen Geräten, wie Fernseher, Lautsprecher oder Kühlschränken hinzu. Die Vernetzung, die zentrale Steuerungen und die Automatisierung einiger Funktionen machen den Unterschied zu einem konventionellen Haus im Kern aus [3][4]. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht eines gesamtheitlichen Smart Homes mit den verschiedenen Funktionsgebieten und technologischen Grundlagen. Die Interaktionsmöglichkeiten in einem intelligenten Haus sind ebenfalls sehr vielseitig und werden in dieser Seminararbeit vorgestellt und untersucht. Dabei wird die Gebrauchstauglichkeit betrachtet und geprüft, ob der Nutzer mithilfe des Interaktionskonzepts Befehle „effektiv, effizient und zufriedenstellend“ durchführen kann [10].

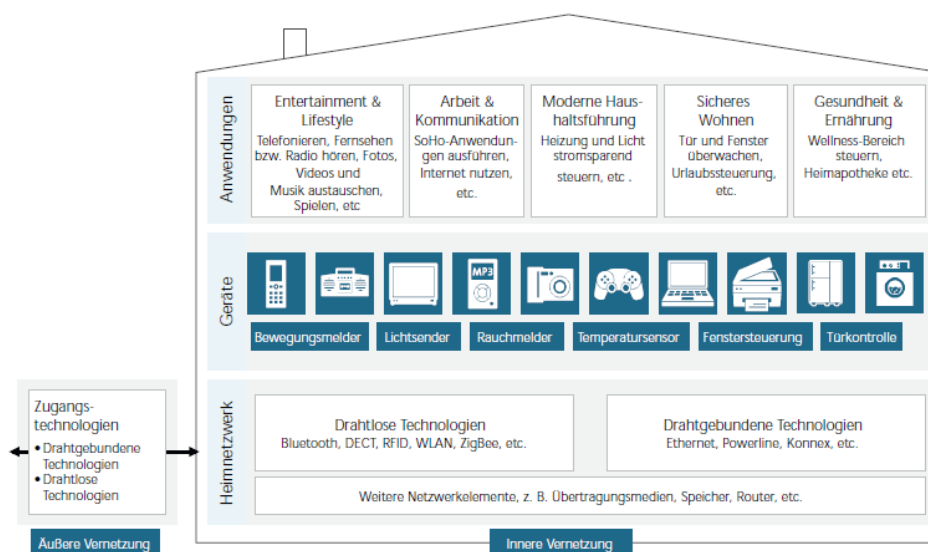


Abbildung 1: Gesamtsystem „Smart Home“ [11]

### 3. Interaktionsmöglichkeiten

Bereits in einem konventionellen Haus mit traditioneller Elektroinstallation sind die Möglichkeiten der Steuerung sehr vielseitig. Beispielsweise gibt es für Geräte wie Raumthermostate unterschiedliche Bedienkonzepte – Dreh- und Schieberegler. Das Angebot an Bedienkonzepten für ein Smart Home ist dementsprechend noch größer und vielfältiger. Forscher und Hersteller von Smart Home Systemen arbeiten bereits seit mehreren Jahren an verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten, mit denen das System möglichst effektiv bedient werden kann. Die Lösungen sind dabei sehr unterschiedlich und adressieren verschiedene Stakeholder. Wichtig in allen Fällen ist jedoch eine schnelle und intuitive Bedienung, die einen Mehrwert – also eine Steigerung des Komforts – für den Nutzer mit sich bringt. Dieser Aspekt ist neben der Steigerung der Sicherheit und der Schaffung eines attraktiven Preisrahmens der Smart Home Systeme einer der wichtigsten Aspekte zur Schaffung von Akzeptanz [3]. Bei allen Interfaceformen ist außerdem zu beachten, dass alle Bedienelemente und die Schrift in einer ausreichenden Größe vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall, kommt es zu häufigen „Fehl-Klicks“ der Nutzer, was wiederum verhindern würde, dass das System regelmäßig genutzt wird. Die daraus im Optimalfall entstehende positive User Experience ist die Grundvoraussetzung für die Nutzung eines Interfaces, welches die konventionelle Steuerung im Optimalfall ablösen soll [2]. Im folgenden Kapitel werden verschiedene Interaktionsmöglichkeiten vorgestellt.

#### 3.1 Automatisierung

Ein Hauptaspekt bei dem Konzept Smart Home ist ein möglichst hoher Grad der Automatisierung. Viele Lichter, Jalousien, Heizkörper und weitere Geräte im Haus sollen ohne eine manuelle Steuerung reguliert und gesteuert werden. Durch Bewegungs- und Präsenzmelder, Helligkeitssensoren und Temperaturfühler sowie vorher festgelegten Regeln schalten sich Lichter automatisch an und aus, die Temperatur wird automatisch reguliert und Jalousien fahren gemäß der aktuellen Sonneneinstrahlung hoch und runter. Was am Ende vorliegen soll ist ein „schalterloses Haus“, dass die heute fast in jedem Haus vorhandene konventionelle Bedienung vollständig überflüssig macht [12].

Bei der Grundüberlegung bezüglich dieses Konzepts gibt es einige Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit tägliche Abläufe problemlos durchgeführt werden können. Das intelligente Haus benötigt in erster Linie so viele Informationen über die aktuelle Gegebenheit wie möglich, damit die Bedürfnisse des Benutzers optimal befriedigt werden. Hierfür müssen in allen Räumen Bewegungs- oder Präsenzmelder installiert werden. Helligkeitssensoren an verschiedenen Orten informieren über die Lichtverhältnisse, Temperatursensor über die Ist-Temperatur. Zusätzlich können Wetterstationen, Rauchmelder oder CO<sup>2</sup>-Sensoren

---

angebracht werden, damit sich beispielsweise Fenster automatisch öffnen oder schließen. Diese Informationen verarbeitet das intelligente Haus über einen Server und führt bestimmte Aktionen durch. Diese Aktionen hängen von den Regeln und Wünschen ab, die der Besitzer des Hauses vorab konfiguriert hat. Klassische Regeln sind Soll-Temperaturen für unterschiedliche Zeitperioden, ein bestimmtes Maß an Helligkeit bei Anwesenheit einer Person in einem Raum oder eine Lüftungsphase bei schlechten CO<sub>2</sub>-Werten [13].

Ein klassisches Interface, mit dem der Nutzer direkt interagiert, fällt damit im herkömmlichen Sinn weg. Die Bewertung der UX erfolgt vielmehr durch die Effizienz der Konfiguration, welche mithilfe eines Computers durchgeführt wird. Ein vollständig automatisiertes Smart Home eignet sich daher lediglich für technikaffine Personen, welche sinnvolle Regeln konfigurieren und Änderungen schnell durchführen können. Familien, die häufig Besuch bekommen oder zusammen mit älteren Menschen leben, stoßen bei dieser Form der Interaktion häufig auf Probleme. Sobald diese auftreten, fällt der Vorteil oder der Mehrwert einer schalterlosen Installation weg [14]. Trotzdem zeigen erste Tests und Fallstudien, dass ein hohes Maß der Automatisierung einen Vorteil im Alltag bringen kann [15].

### 3.2 Touchscreens / Touch Panels / Terminals

Einer der am weitesten verbreiteten Möglichkeiten zur Steuerung seines Smart Homes ist die Installation von einem oder mehreren Touchscreens. Bei diesen Bedienzentralen für das Haus unterscheidet man zwischen softwareunabhängigen Hardwarekomponenten und speziellen Smart Home Displays, auf denen nichts anderes als eine Software zur Steuerung des Hauses läuft. Als „nackte“ Hardware eignen sich herkömmliche Windows-Touch-PCs, Tablets oder iPads. Auf diesen Geräten, welche an einer Wand fest installiert werden, wird dann eine Steuerungssoftware installiert [16]. Auf dem Markt gibt es bereits eine Vielzahl solcher Interfaces. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 2 abgebildet. Spezielle Smart Home Touchscreens oder auch Smart Home Touch Panels liefern einen ähnlichen Funktionsumfang, können aber ausschließlich als Bedienzentrale für das Smart Home genutzt werden. Auf dem Markt werden sowohl große Displays angeboten, mit denen ein gesamtes Haus abgebildet und gesteuert werden kann, als auch kleine Displays, welche sich eher für die Steuerung eines einzelnen Raumes eignen [17].

Funktional können mithilfe zentraler Terminals in der Regel sämtliche Funktionen eines intelligenten Hauses genutzt und gesteuert werden. Dazu zählen das klassische An- und Ausschalten sowie Dimmen von Lichtern, die Regelung der Temperatur, Steuerung der Jalousien, das Starten und Beenden von definierten Szenen und die Einbindung von Türkommunikationssystemen. Des Weiteren geben Statusanzeigen Rückmeldungen über die Gegebenheiten des Hauses. Speziell im AAL-Anwendungsbereich können außerdem schnell

Notrufe abgesendet werden, wenn es der betroffenen Person nicht gut geht [16]. Neben den Smart Home Grundfunktionen werden häufig Webbrowser, Kalender, Webtelefonie oder Notizfunktionen implementiert.



Abbildung 2: Touch Panel und iPad zur zentralen Steuerung (Busch-Jaeger/Loxone) [6][7]

Das Interface kann auf verschiedene Arten aufgebaut sein. Häufig vertreten sind klassische Navigationsleisten auf der linken Seite des Displays, wo die betroffenen Räume ausgewählt werden können. Auf der rechten Bildschirmseite können im Anschluss die oben genannten Aktionen durchgeführt werden. Weitere Interfaceansätze sind Raumpläne, bei denen das gesteuerte Haus – durch echte Bilder oder eine digitale Abbildung – vollständig abgebildet wird, sowie „bausteinbasierte“ Interfaces, bei denen verschiedene Bedienelemente auf dem Display individuell platziert und benutzt werden können. Die Konfigurierbarkeit der drei unterschiedlichen Interface-Typen ist auch ein wichtiges Kriterium für ein positive User Experience [16]. In der Folge werden die drei unterschiedlichen Ansätze näher erklärt und die einzelnen Bedienelemente vorgestellt.

Klassische Interfaces bestehen aus einer Navigationsleiste und einem Interaktionsfeld, indem man neben Statusinformationen verschiedene Aktionen ausführen kann. Auf der Navigationsleiste werden in der Regel die verschiedenen Räume abgebildet. Der User kann durch ein einfaches Antippen des gewünschten Raumes dessen Sicht öffnen. Im Interaktionsfeld wird nun angezeigt, welche Geräte gesteuert werden können. Zudem können Informationen über die Gegebenheiten des Raumes angezeigt werden. Der User kann sich dadurch beispielsweise vergewissern, ob er in einem bestimmten Raum das Licht ausgemacht hat und die Aktion gegebenenfalls nachholen [18]. Neben den Icons für verschiedene Räume findet man bei verschiedenen Interfaces unterschiedliche Bedienelemente. Hier kommen unter anderem Dreh- und Schieberegler sowie Push-Buttons zum Einsatz. Im Text von Leitner wurde aufgezeigt, dass es sich positiv auf die User Experience auswirkt, wenn der virtuelle Prozess dem konventionellen mechanischen Prozess ähnelt. Dementsprechend findet man

häufig Drehregler bei dimmbaren Lichtern und Push-Buttons zum An- oder Ausschalten von einfachen Lampen [2].



Abbildung 3: Touch Panel Interfaceelemente (Dimmen, Jalousie, Heizung) [19]

Bei grafikbasierten Interfaces, welche meist eine Raumübersicht des gesteuerten Hauses darstellen, spielt die Konfiguration der Software eine große Rolle. In dieser muss der Nutzer zunächst seinen Wohnraum durch virtuelle Grundrisse oder Raumfotos abbilden und im zweiten Schritt angeben, an welchen Positionen Lampen, Jalousien und andere Geräte installiert sind und zentral gesteuert werden sollen. In der Forschung wurden bereits Methoden getestet, die den Aufwand für die Erstellung eines virtuellen Grundrisses gering halten [20]. In der Praxis kommen jedoch meist herstellereigene Methoden zum Einsatz. Bei der Durchführung einzelner Aktionen wird hingegen auf klassische Interfaceelemente zurückgegriffen. Der wesentliche Unterschied zum klassischen Interface besteht damit in der optischen Gestaltung. Die Raumübersicht oder auch der „Raumplan“ soll demnach schneller und intuitiver zu bedienen sein. Er eignet sich damit verstärkt dazu, von weniger technikaffinen Bewohnern oder Gästen bedient zu werden [21].

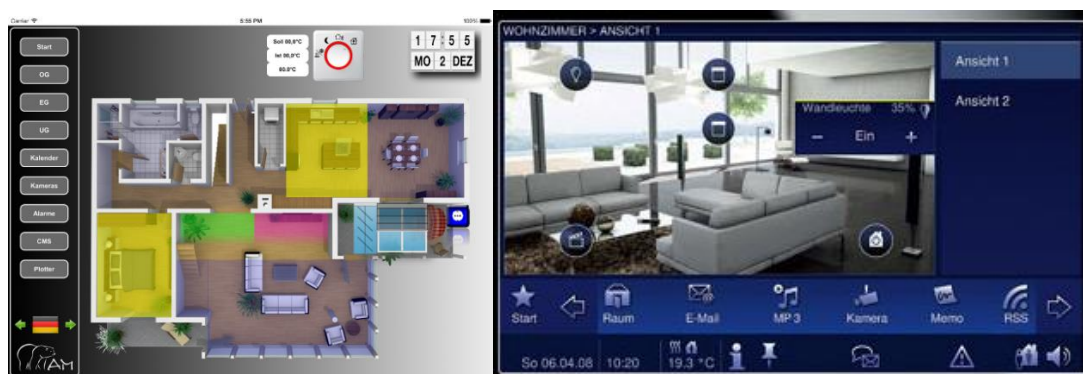


Abbildung 4: Graphisches User-Interfaces: virtuelle und reale Abbildung [22],[6]



Die nächste häufig anzutreffende Interfaceform ist das Bausteinprinzip. Das Interface besteht hier zum einen aus Seiten, welche eine bestimmte vordefinierte Größe haben. Diese Größe ist häufig abhängig von der Displaygröße. Hinzu kommen verschiedene Icons und Bedienelemente, welche ebenfalls verschiedene Größen haben können. Dem Nutzer liegt damit eine freie Seite vor, auf der beispielsweise 5x5 Felder zu vergeben sind. Die vorhandenen Bedienelemente kann er nun frei auf der Seite verteilen und sich so das Interface nach seinen eigenen Wünschen zusammenstellen (Abbildung 5).



Abbildung 5: Frei konfigurierbare Bedienelemente eines SH-Interfaces (Divus/BJE) [23], [6]

Touch Panels bieten damit eine Vielzahl an verschiedenen Interfaces und Anwendungsmöglichkeiten für den Endnutzer. Sie können in verschiedenen Bereichen, wie Hotels, privaten Bauten oder im AAL-Anwendungsbereich eingesetzt werden. Es bleibt festzuhalten, dass insbesondere drei Faktoren wichtig für eine positive User Experience sind. Zum einen muss die Konfiguration einfach und intuitiv vom Endkunden selber durchzuführen sein. Systeme, bei denen der Endkunde bereits bei kleinen Änderungen einen Experten zur Hilfe rufen muss, haben schlechtere Chancen von der breiten Masse akzeptiert zu werden. Zweitens sollten die Interfaces frei konfigurierbar sein, damit sie zu den individuellen Anforderungen der Nutzer passen. Außerdem müssen die Performance, also die Dauer der Rückmeldung bei einer ausgeführten Aktion, der Aufbau und die gewählten Bedienelemente gut programmiert und intuitiv nutzbar sein [1], [16].

### 3.3 Apps

Die nächste Möglichkeit der Steuerung seines Smart Homes sind Smartphone-Apps. Die Apps sind funktional vergleichbar mit den oben beschriebenen Funktionen der Touchscreens. Auch die Bedienelemente und die Strukturen der angebotenen Apps ähneln im Grunde dem bereits erläuterten Aufbau stark. Die Steuerung ist dementsprechend ebenfalls ähnlich. Der Benutzer führt durch das Berühren seines Handydisplays Aktionen in seinem

---

Haus durch und legt verschiedene Regeln oder Szenarien fest. Trotzdem gibt es signifikante Unterschiede, die zum einen Probleme aber auch neue Möglichkeiten bereitstellen.

Der wohl größte Unterschied zwischen einer App auf dem Smartphone und einem fest installierten Touchscreen ist die ständige Verfügbarkeit des Handys. Weil man das Handy fast rund um die Uhr bei sich trägt oder bei sich tragen könnte, kann auch das Haus mithilfe von IP-Gateways von überall gesteuert werden. So kann aus der Ferne das Licht nachträglich ausgeschaltet werden oder man überwacht sein Haus von Zeit zu Zeit bei längerer Abwesenheit mithilfe einer IP-Kamera. Push-Notifications geben dem Besitzer zudem Bescheid, wenn Wasser- oder Rauchmelder Alarm schlagen, um dadurch schnell reagieren zu können. Damit diese Vorteile der App-Lösung genutzt werden können, muss bei der Gestaltung des Interfaces erneut auf die Lesbarkeit und Bedienbarkeit geachtet werden. Eine Überladung der Bedienfläche mit zu vielen Icons oder zu kleinem Text hätte negative Auswirkungen auf die User Experience [2].

Obwohl Smartphone-Apps damit einen offensichtlichen Vorteil mit sich bringen, gibt es einige Probleme, welche ebenfalls beachtet werden müssen. Ein ständig auftretendes Problem an Smartphones ist die Haltbarkeit des Akkus. Insbesondere bei häufiger Nutzung entladen sich Smartphones häufig sehr schnell. Die Nutzungszeit ist damit im Gegensatz zu fest installierten Bedienstationen begrenzt. Insbesondere bei ästhetischen und aufwendig entstellten Interfaces mit großem Bedarf an Ressourcen ist die Rechenleistung des Smartphones häufig nicht ausreichend, was zu einer langsamen und stockenden Bedienung führt, oder der Akku entleert sich sehr schnell [24]. Das Hauptproblem bei der Nutzung von Smartphones liegt allerdings an der langen Bedienzeit. Gemeint ist damit nicht die reine Interaktionszeit innerhalb der App, sondern den gesamten Prozess. Will ein Nutzer beispielsweise eine Lampe in seinem Schlafzimmer anmachen muss er zunächst sein Smartphone in die Hand nehmen, entsperren, die entsprechende App suchen und abschließend in gewünschte Lampe innerhalb der App auswählen. Dieser Vorgang kann einige Momente in Anspruch nehmen, was einige Testnutzer in der Studie der Universität Siegen negativ bewerteten und keinen Mehrwert mehr bei der Nutzung der App sahen [25].

Für die genannten Probleme gibt es aktuell zwei Lösungsansätze, welche diskutiert, getestet und in Teilen bereits auf dem Markt verfügbar sind. Der erste Ansatz ist die Nutzung von Smartwatches anstelle von Smartphones. Diese haben eine bessere Akkulaufzeit, sind schneller bedienbar und einfacher aufgebaut. Zwar kann mit ihnen kein Smart Home in seiner vollständigen Komplexität gesteuert werden, die individuell als wichtig eingestuft Funktionen können allerdings ausgeführt werden. Die in den Smartwatches häufig eingebauten Sensoren (Mikrofon, Barometer, Pulsmesser, etc.) bieten zusammen mit einer entsprechenden Smart Home App damit das Potential insbesondere im AAL-Bereich angewendet zu werden [26].

Eine weitere Möglichkeit die genannten Probleme zu lösen ist das Einsatz von

Smartphone-Widgets. Widgets sind Interaktionselemente, welche direkt auf dem Startbildschirm des Smartphones platziert werden können. Sie sind Teil einer normalen Smart Home App und machen das lange Suchen und Öffnen der App überflüssig. Ähnlich wie bei den Smartwatches können hier allerdings nur einige Kernfunktionen abgebildet werden [27].



Abbildung 6: Widget und Smartwatch (ZHOUSE/APT)

Abschließend bleibt damit festzuhalten, dass Apps eine gute Interaktionsvariante in einem Smart Home sein können. Die mobile Verfügbarkeit und einfache Bedienung bieten ein großes Potential zur massentauglichen Nutzung. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die Apps übersichtlich sind, eine einfache und schnelle Bedienung vorweisen und die Performance gut ist. Zudem gibt es durch Widgets und Smartwatches die Möglichkeit, die Probleme der umständlichen Gesamthandhabung der Geräte zu lösen.

### 3.4 Gestensteuerung

Die ersten Forschungsansätze im Bereich der Gestensteuerung gab es bereits weit vor der Zeit als Smart Home Systeme, in der Breite wie sie heute vorhanden sind, auf dem Markt waren. Die Komplexität war dabei allerdings sehr überschaubar. Trotzdem gab es mit Klatschschaltern die ersten Produkte auf dem Markt, welche im Bereich der Gestensteuerung zuzuordnen sind. Obwohl damit schon früh der erste Schritt in Richtung Gestensteuerung gemacht wurde, ist bis heute noch kein ganzheitliches Smart Home System mit Gestensteuerung auf dem Markt zu finden [2].

Nichtsdestotrotz wurden in verschiedenen Arbeiten bereits wichtige Faktoren für die Entwicklung von gestenbasierten Interfacekonzepten erarbeitet. Einer der wichtigsten Punkte ist nach Blumendorf die schnelle und einfache Erlernung der genutzten Gesten [28]. Wenige,

kurze Befehle und Bewegungen sind demnach besser als ein breites Portfolio an möglichen ausführbaren Aktionen. Die Interaktion mit dem Smart Home effektiv und einfach zu halten ist damit einer der größten Herausforderungen in diesem Forschungsgebiet [29].

Der umsetzbare Funktionsumfang hängt unter anderem vom gewählten technischen Ansatz ab, von denen es eine Vielzahl von Auswahlmöglichkeiten gibt. Bei dem Ansatz von Rahmen et al. wurden in einer Wohnung mehrere Kameras installiert. Die Interaktion mit dem Smart Home ist hier kontextbasiert. Das bedeutet, dass mit einer Geste je nach Lokalisierung des Endnutzers verschiedene Aktionen durchgeführt werden können. Beispielsweise kann so eine Geste für die Aktion „Schalte ein“ definiert werden. Vor dem Fernseher schaltet diese Geste nun diesen an, im Flur sorgt die Geste dafür, dass die Lichter angehen [30]. So können insgesamt fast alle vernetzten Geräte in einem Smart Home angesteuert und bedient werden. Weniger Aktionen können beim Ansatz von Westermann durchgeführt werden. Hier werden lediglich eine Hand voll Szenarios definiert, denen jeweils eine Geste zugeordnet wird. Die Szenen können hierbei zwar mehrere Geräte auf einmal ansprechen, die Menge der einstellbaren Szenen ist allerdings nach der Prämisse der Einfachheit begrenzt [31].

Als Zielgruppe werden von den meisten Forschern ältere oder gehandicapte Personen genannt, um diesen möglichst lange ein barrierefreies, eigenständiges Wohnen zu ermöglichen. Dies bestärkt den Ansatz die implementierten Gesten so überschaubar und einfach wie möglich zu halten.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass gestenbasierte Steuerungssysteme als Gesamtlösung aktuell noch nicht vorhanden sind. Ob es diese in der Zukunft geben wird, ist außerdem fraglich. Trotzdem ist die Thematik noch ein aktuelles Forschungsgebiet, welches sich in den kommenden Jahren noch stark verändern könnte.

### 3.5 Sprachsteuerung

Eine weitere Interaktionsmöglichkeit, bei der eine direkte physische Interaktion mit den eingebundenen Geräten im Zuhause entfällt ist die Sprachsteuerung. Für uns Menschen ist die Sprache die natürlichste Form der Kommunikation. Sie bietet daher auch in Smart Home Umgebungen das Potential, eine userfreundliche Interaktionsform zu werden [32]. Unterhalten wir uns mit anderen Personen, fällt es uns in der Regel nicht schwer zu verstehen, was andere Menschen uns mitteilen. Wir können dabei jedoch auch die gezeigte Gestik und den Kontext interpretieren, was einem Computer hingegen ohne weiteres nicht möglich ist. Die technische Voraussetzung für ein sprachgesteuertes Smart Home System ist damit zunächst die Spracherkennung. Hier muss mithilfe eines Programms der gesprochene Befehl (z.B.: „Schalte im Wohnzimmer das Licht an“) zunächst transkribiert werden. Das Smart Home nutzt in der Folge verschiedene Systeme, um das Gesprochene zu interpretieren und die

---

gewünschten Befehle auszuführen. Pfister und Kaufmann beschreiben in ihrem Buch „Sprachverarbeitung: Grundlagen und Methoden der Sprachsynthese und Spracherkennung“ vier verschiedene Funktionsweisen zur Spracherkennung: die Einzelworterkennung, den Keyword-Spotter, die Verbundworterkennung und die kontinuierliche Spracherkennung [33]. Obwohl die Funktionsweise der Ansätze unterschiedlich ist haben sie alle gemeinsame Probleme, die insbesondere auch bei Smart Home Systemen eine entscheidende Rolle spielen. Zum einen stören Nebengeräusche die Qualität der Transkription und zum anderen müssen genügend Eingabestellen im gesamten Haus installiert sein, damit der Nutzer von überall aus mit dem System interagieren kann. Ein einziges Eingabegerät, beispielsweise das Handy, reicht in der Regel nicht aus, um für eine gute User Experience zu sorgen. Vielmehr müssen an verschiedenen Stellen Kameras, Mikrofone oder andere Human Interface Devices installiert sein, um eine örtliche Gebundenheit bei der Interaktion zu vermeiden [34]. Darüber hinaus ist für uns Menschen bis heute ungewöhnlich mit etwas Unsichtbarem wie unserem Zuhause zu sprechen. Eine intuitive und spontane Nutzung der Sprachsteuerung ist in vielen Alltagssituationen daher noch unrealistisch [35].

In der Forschung wurden bereits verschiedene Ansätze entwickelt und getestet. Möller et al. veröffentlichten bereits 2004 ein Paper, in dem sie mit „INSPIRE“ ein sprachgesteuertes Smart Home System testeten. Hier wurde zwar lediglich ein Prototyp eingesetzt, bei dem die Sprachbefehle durch eine menschliche Person umgesetzt wurden, dennoch zeigte der Versuch, dass der geplante Umfang der Sprachbefehle einen Mehrwert für den User darstellen könnte [36].

Ein aktuellerer Ansatz im Smart Home Kontext wurde im Jahr 2010 von Abalos et al. getestet. Hier wurde mit „Mayerdomo“ ein System implementiert, welche den Sprachbefehl hinsichtlich Schlagwörtern untersucht. Das System erwartet seitens des Nutzer vier Angaben: das zu bedienende Gerät, den Ort, das entsprechende Attribut und den einzustellenden Wert. Bei unvollständigen oder falschen Befehlen hinterfragt das System die fehlenden oder fehlerhaften Angaben. Die Ergebnisse der Tests zeigten, dass eine Umsetzung in Smart Home Bereich möglich wäre [37].

Auch in der Praxis liegen bereits die ersten verkaufsfähigen Lösungen und Ansätze vor. Insbesondere Apple agiert hier mit ihrem HomeKit als Vorbild für viele Hersteller. Das Apple HomeKit fungiert als Plattform für verschiedene Geräte unterschiedlicher Anbieter. Diese können ihre Smart Home Geräte zertifizieren lassen und machen sie so zentral über die Sprachsteuerung „Siri“ bedienbar. Funktional können so bereits eine Vielzahl von Aktionen durchgeführt werden. Beispielsweise können vernetzte Lampen gesteuert, Szenen aufgerufen oder Türen geöffnet werden [38]. Der Nachteil dieser Lösung liegt bei der angesprochenen Reichweite der Interaktion, da das System Befehle lediglich über ein Apple Smartphone oder Tablet erkennen kann und sich diese somit in unmittelbarer Nähe zum Nutzer befinden

müssen. Weitere Anbieter, die ebenfalls Sprachsteuerungen für Smart Home Systeme anbieten sind „Thinka“ oder „Enertex“.

Die Zielgruppe von sprachgesteuerten Smart Home Systemen ist sehr vielseitig. In erster Linie können natürlich Menschen mit körperlichen Einschränkungen in ihrem Alltag erheblich entlastet werden. Darüber hinaus können Sprachsteuerungen auch in normalen Haushalten zum Einsatz kommen und einen Mehrwert hinsichtlich des Komforts und der Lebensqualität mit sich bringen [39].

### 3.6 Weitere Interaktionsmöglichkeiten

Neben den bereits genannten Ansätzen gibt es noch drei weitere Interaktionsmöglichkeiten in einem Smart Home. Die erste und vermutlich einfachste Methode ist die Nutzung von klassischen Schaltern, die allerdings mit den installierten Aktoren in Verbindung stehen. Die Verbindung kann über Funk oder über Busleitung erfolgen. Vor allem Funkschalter können leicht und ohne großen Installationsaufwand an eine beliebige Stelle platziert und konfiguriert werden. Kabelgebundene Schalter bieten hingegen eine stabilere und schnellere Kommunikation, bringen dafür aber einen größeren Installationsaufwand mit sich. Funktional können so analog zu klassischen Schaltern Lichter geschaltet, aber auch ganze Szenen aktiviert werden. Optisch gibt es eine weite Bandbreite von Schaltern. Sie reicht von einfachen Lösungen, die nicht von einem klassischen Schalter zu unterscheiden sind bis hin zu hochwertigen Glassensoren, mit denen eine Vielzahl von Aktionen durchgeführt werden können.



Abbildung 7: Glassensor und klassischer Schalter mit Busankoppler (Hager)

Die zweite Methode ist eine der ältesten Steuerungsansätze, welche heute allerdings kaum noch zum Einsatz kommt. Gemeint ist die Steuerung über den Computer. Über diesen konnten verschiedene Einstellungen, häufig über ein Drag and Drop Konzept, für das zu steuernde Haus vorgenommen werden [2]. Der Computer wird heute allerdings fast ausschließlich zur Konfiguration eines Smart Home Systems genutzt, nicht aber für seine direkte Steuerung.

Zuletzt existiert ein Ansatz der Steuerung, welcher momentan allerdings erst in der Theorie diskutiert wird – das „Brain-Computer-Interface“ (BCI). Zielgruppe eines BCIs sind Menschen mit körperlichen oder geistigen Einschränkungen, welche motorisch keine Computermaus oder keinen Schalter bedienen können. Die Interaktion mit einem Smart Home erfolgt über eine „Gedankensteuerung“, bei der die Nutzer keine herkömmliche Bewegung von Nöten ist [40].

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass es im Forschungsbereich Smart Home bereits ein weites Spektrum an Interaktionsmöglichkeiten gibt, die zum Teil noch am Anfang ihrer Entwicklung stehen und zum Teil bereits im Markt etabliert sind.

Etablierte Ansätze sind insbesondere Apps und Smart Home Panels, welche seit Jahren verkauft und genutzt werden. Die Bedienkonzepte sind hier bereits häufig getestet und verbessert worden, sodass dem Endkunden viele intuitiv und schnell zu steuernde Lösungen vorliegen. Dass hier bereits seit vielen Jahren gute Arbeit seitens der Forschungseinrichtungen und Hersteller betrieben wird, zeigt die Vielfalt an verschiedenen Interfacedesigns. Auch der Funktionsumfang dieser Ansätze ist sehr groß und deckt das gesamte Spektrum an vernetzten Geräten ab. Dennoch zeigt der neuste Trend der „Widgets“, welche wie oben beschrieben eine Ergänzung zu Apps darstellen und einige Nutzerprobleme beseitigen sollten, dass auch die Entwicklung bei bewährten Ansätzen wie Apps noch nicht vorbei ist.

Bereits etabliert ist außerdem der im letzten Abschnitt angesprochene Ansatz der optisch konventionellen Schalter, welche jedoch durch eine Verbindung mit den Aktoren zum intelligenten Steuerungsmittel werden. Ergänzt werden diese durch hochwertige Glassensoren, mit denen gleich eine Vielzahl von Aktionen durchgeführt werden können. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass sich die Steuerung kaum von der gewohnten konventionellen Steuerung unterscheidet und so leicht für alle Zielgruppen anzuwenden ist.

Ein Ansatz, der zuletzt noch klar der Riege „Zukunftstrends“ zuzuordnen war, mittlerweile aber ohne Zweifel auf dem Vormarsch ist, ist der Ansatz der sprachgesteuerten

---

Smart Home Systeme. Apple bietet hier mit ihrer HomeKit-Plattform einen einfachen Einstieg in die Smart Home Welt. Das mittlerweile zuverlässig und gut arbeitende Spracherkennungsprogramm Siri hilft dabei, die Nutzerakzeptanz von Sprachsteuerungen voran zu treiben.

Am Anfang ihrer Entwicklung stehen dagegen gestengesteuerte Smart Home Systeme. Auch wenn in der Forschung bereits vielversprechende Modelle implementiert und getestet worden sind, ist die Gestensteuerung noch weit von einer marktfähigen Lösung entfernt. Trotzdem bietet dieses Interaktionskonzept insbesondere im AAL-Anwendungsbereich viele Möglichkeiten, den Alltag komfortabler zu gestalten.

Zuletzt wurden die Ansätze der vollständigen Automatisierung, bei der fassbare Schalter komplett aus dem Haus verschwinden, und der neue noch sehr theoretische Ansatz der BCIs angesprochen. Bei beiden Interfaceformen kann man heute festhalten, dass eine praktische und massentaugliche Lösung noch nicht vorhanden ist, die Forschung hier aber noch nicht am Ende ist. Veraltet und heute kaum noch im Einsatz ist die Steuerung über den Computer.

## 5. Fazit

In dieser Arbeit wurden verschiedene Interaktionsformen in Smart Home Umgebungen vorgestellt und erläutert. Die Ergebnisse zeigen, dass es eine hohe Vielfalt an Angeboten und Ansätzen gibt. Alle Interfaceformen weisen verschiedene Vor- und Nachteile auf. Beispielsweise punkten Apps durch ihre Mobilität und flexible Nutzung, sind jedoch klein und müssen bei jeder Anwendung neu gestartet werden. Währenddessen haben Smart Home Panels ein sehr großes, übersichtliches und intuitiv nutzbares Interface, sind aber sehr teuer und müssen immer vor Ort bedient werden. Sprach- und Gestenbasierte Interfaces können schnell und auch von körperlich eingeschränkten Personen genutzt werden. Probleme können hierbei allerdings auftreten, wenn das Gesprochene oder die Geste vom Interface nicht eindeutig erkannt wird.

Natürlich stellt man sich nun die Frage, welche der Ansätze die beste User Experience aufweist. Diese Frage ist allerdings nicht eindeutig zu beantworten, da nicht nur Vor- und Nachteile für alle Formen festzumachen sind, sondern auch verschiedene Zielgruppen und Anwendungsgebiete. Dabei ist klar, dass unterschiedliche Zielgruppen bei der Bewertung der UX auch unterschiedliche Faktoren betrachten und anders gewichten. Die Wahl des User Interfaces sollte daher immer für den Einzelfall betrachtet werden. Das pauschal „beste Interface“ gibt es daher nicht. Außerdem darf man nicht außer Acht lassen, dass die



verschiedenen Interfaceformen in der Praxis fast nie getrennt voneinander auftreten. Viel mehr findet man Mischformen vor, bei der beispielsweise eine konventionelle Schaltertechnik installiert ist und durch eine App und eine Sprachsteuerung ergänzt wird. Der Nutzer muss damit für sich entscheiden, welche Interfaceform für ihn in seinem Haus am sinnvollsten ist, um eine bestmögliche UX zu erreichen. Eine reine Nutzung von nur einer der Interfaceformen würde im Alltag jedoch nur in den wenigsten Fällen zu einer optimalen UX führen.

Messen müssen sich alle Interaktionsansätze, egal ob separiert oder als Mischform, mit klassischen, konventionellen Lichtschaltern, die für uns herkömmliche Form der Interaktion. Seit vielen Jahrzehnten nutzen Menschen normale Lichtschalter. Sie sind mit diesen aufgewachsen und nutzen sie seit Kindesalter ohne über die ausgeführten Aktionen nachzudenken. Smart Home Interaktionsformen sind in dieser Hinsicht noch etwas Besonderes und noch nicht auf diesem Level in unserem Leben verankert. Auch wenn sie an einigen Stellen einen Mehrwert für uns bringen, bleiben klassische Schalter in Sachen „Intuitivität“ und Akzeptanz noch ungeschlagen. Ob sich das in den nächsten Jahren ändern kann ist fraglich. Das Thema Smart Home ist allerdings weiterhin ein sehr aktives Forschungsfeld, in dem in den nächsten Jahren noch weitere Neuheiten und Verbesserungen zu erwarten sind.

## Quellenverzeichnis

- [1] A. J. B. Brush, B. Lee, R. Mahajan, S. Agarwal, S. Saroiu, and C. Dixon, "Home Automation in the Wild : Challenges and Opportunities," 2011.
- [2] G. Leitner, M. Hitz, A. J. Fercher, and J. N. A. Brown, "Aspekte der Human Computer Interaction im Smart Home," *HMD Prax. der Wirtschaftsinformatik*, vol. 50, no. 6, pp. 37–47, 2014.
- [3] H. Strese, U. Seidel, T. Knappe, and A. Botthof, *Smart Home in Deutschland Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media ( NGM )*. .
- [4] V. Ricquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, and L. Delahoche, "The Smart Home Concept : our immediate future."
- [5] KNX, "KNX Professionals Deutschland e.V.," 2016. [Online]. Available: <http://www.knx-professionals.de/>. [Accessed: 25-Oct-2016].
- [6] Busch-Jaeger, "Busch-free@home." [Online]. Available: <https://www.busch-jaeger.de/de/produkte/systeme/busch-free-at-home/>. [Accessed: 25-Oct-2016].
- [7] Loxone, "Loxone Miniserver." [Online]. Available: <http://www.loxone.com/dede/start.html>. [Accessed: 25-Oct-2016].
- [8] HomeMatic, "HomeMatic io." [Online]. Available: <http://www.homematic.com/>. [Accessed: 25-Oct-2016].
- [9] G. Dini and M. Tiloca, "Considerations on security in ZigBee networks," *SUTC 2010 - 2010 IEEE Int. Conf. Sens. Networks, Ubiquitous, Trust. Comput. UMC 2010 - 2010 IEEE Int. Work. Ubiquitous Mob. Comput.*, pp. 58–65, 2010.
- [10] International Organization for Standardization, "ISO 9241 Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems," 2010.
- [11] R. Glasberg and N. Feldner, "Leitfaden zur Heimvernetzung," „Service- und verbraucherfreundliche IT“ zum vierten Natl. IT-Gipfel 2009, 2009.
- [12] T. Westphall and K. Reich, "Das vernetzte Haus," *Faz4*, p. 4, 2015.
- [13] A. Braun, M. J. Majewski, A. Braun, and F. Igd, "Unsichtbare Erkennung menschlicher Aktivitäten in Smart Living Umgebungen mit Kapazitiven Sensoren Unsichtbare Erkennung menschlicher Aktivitäten in Smart Living Um-," no. April, 2016.
- [14] J. Schmalenströer, "Akustische Szenenanalyse für die ambiente Kommunikation im vernetzten Haus," 2010.
- [15] A. Anvari-Moghaddam, H. Monsef, and A. Rahimi-Kian, "Optimal smart home energy management considering energy saving and a comfortable lifestyle," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 6, no. 1, pp. 324–332, 2015.
- [16] P. Panek, "Integration komplementärer AAL Systeme zu einem modularen und flexiblen Produkt zur Sturzerkennung und Alltagsunterstützung," no. April, 2015.
- [17] F. Kristof, "Ein vollständig vernetztes Haus," *Kurier*, Kurier, p. 2, 2013.
- [18] A. Fensel, S. Tomic, V. Kumar, M. Stefanovic, S. V. Aleshin, and D. O. Novikov, "SESAME-S: Semantic smart home system for energy efficiency," *Informatik-Spektrum*, vol. 36, no. 1, pp. 46–57, 2013.
- [19] Gira, "Gira Giersiepen GmbH & Co. KG." [Online]. Available: <https://www.gira.de/>.

---

[Accessed: 08-Nov-2016].

- [20] G. Pintore, F. Ganovelli, E. Gobetti, and R. Scopigno, "Mobile Mapping and Visualization of Indoor Structures to Simplify Scene Understanding and Location Awareness," pp. 1–15.
- [21] J. Vanus, P. Kucera, R. Martinek, and J. Koziorek, "Development and testing of a visualization application software, implemented with wireless control system in smart home care," *Human-centric Comput. Inf. Sci.*, vol. 4, no. 1, p. 18, 2014.
- [22] A. Maier, "EisBär KNX Scada," 2016. [Online]. Available: <http://www.busbaer.de/>.
- [23] DIVUS GERMANY, "Divus." [Online]. Available: <http://www.divus.eu/>.
- [24] C. K. Coursaris and D. Kim, "A research agenda for mobile usability," *CHI '07 Ext. Abstr. Hum. factors Comput. Syst. - CHI '07*, pp. 2345–2350, 2007.
- [25] T. Jakobi, C. Ogonowski, N. Castelli, G. Stevens, and V. Wulf, "Smart Home Experience Journey: Über den Einsatz und die Wahrnehmung von Smart Home-Technologien im Alltag," *Wiss. TRIFFT Prax. Neue Formen des Home Exp. Des.*, vol. 4, p. 9, 2016.
- [26] K. Waldhör, "SmartWatches als Hausnotrufsysteme der nächsten Generation Smart Watches as Next Generation Home Emergency Systems Smart Watches as Next Generation Home Emergency Systems," no. April 2015, 2016.
- [27] Z. X. Liao, P. R. Lei, T. J. Shen, S. C. Li, and W. C. Peng, "AppNow: Predicting usages of mobile applications on smart phones," *Proc. - 2012 Conf. Technol. Appl. Artif. Intell. TAAI 2012*, pp. 300–303, 2012.
- [28] M. Blumendorf, S. Feuerstack, and S. Albayrak, "Multimodal user interaction in smart environments: Delivering distributed user interfaces," *Eur. Conf. Ambient Intell.*, pp. 113–120, 2007.
- [29] R. Neßelrath, C. Lu, C. H. Schulz, J. Frey, and J. Alexandersson, "A Gesture Based System for Context - Sensitive Interaction with Smart Homes," *Res. Trends Media Informatics*, no. January, pp. 39–46, 2012.
- [30] A. S. M. M. Rahman, M. A. Hossain, J. Parra, and A. El Saddik, "Motion-path Based Gesture Interaction with Smart Home Services," in *Proceedings of the 17th ACM International Conference on Multimedia*, 2009, pp. 761–764.
- [31] T. Westermann, "I'm Home Smartphone-enabled Gestural Interaction with Multi-Modal Smart-Home Systems," *Fachwissenschaftlicher Inform.*, p. 3, 2010.
- [32] H. Aghajan, J. C. Augusto, and R. L.-C. Delgado, "Human-Centric Interfaces for Ambient Intelligence," 2009.
- [33] B. Pfister and T. Kaufmann, *Sprachverarbeitung: Grundlagen und Methoden der Sprachsynthese und Spracherkennung*. Springer-Verlag, 2008.
- [34] K. Witt, "Masterarbeit - Kontextabhängige multimodale Interaktion mit Schwerpunkt Spracherkennung im Smart-Home Umfeld," 2011.
- [35] S. Soda, M. Nakamura, S. Matsumoto, A. H. Network, and S. Hns, "Implementing Virtual Agent as an Interface for Smart Home Voice Control," pp. 0–3, 2012.
- [36] S. Moeller, J. Krebber, A. Raake, P. Smeele, M. Rajman, M. Melichar, V. Pallotta, G. Tsakou, B. Kladis, A. Vovos, J. Hoonhout, D. Schuchardt, N. Fakotakis, T. Ganchev, and I. Potamitis, "INSPIRE: Evaluation of a Smart-Home System for Infotainment Management and Device Control," *Arxiv Prepr. cs0410063*, p. 4, 2004.

- 
- [37] N. Ábalos, G. Espejo, R. López-Cózar, Z. Callejas, and D. Griol, "A multimodal dialogue system for an ambient intelligent application in home environments," in *International Conference on Text, Speech and Dialogue*, 2010, pp. 491–498.
- [38] H. Holeczek, "Digitalisierung in der Energiewirtschaft: Informationstechnologie wird Schlüsselfaktor," *Galvanotechnik*, vol. 106, no. 9, pp. 1836–1839, 2015.
- [39] F. Portet, M. Vacher, C. Golanski, C. Roux, and B. Meillon, "Design and evaluation of a smart home voice interface for the elderly: acceptability and objection aspects," *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 17, no. 1, pp. 127–144, Oct. 2011.
- [40] A. Taurer, "Brain-Computer Interfaces," *HASE10 HCI Asp. Smart Environ.*, pp. 1–10, 2010.

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gesamtsystem „Smart Home“ . . . . .	4
Abbildung 2:	Touch Panel und iPad zur zentralen Steuerung (Busch-Jaeger/Loxone). .	6
Abbildung 3:	Touch Panel Interfaceelemente (Dimmen, Jalousie, Heizung) . . . . .	8
Abbildung 4:	Graphisches User-Interfaces: virtuelle und reale Abbildung. . . . .	8
Abbildung 5:	Frei konfigurierbare Bedienelemente eines SH-Interfaces (Divus/BJE). . .	9
Abbildung 6:	Widget und Smartwatch (ZHOUSE/APT) . . . . .	11
Abbildung 7:	Glassensor und klassischer Schalter mit Busankoppler (Hager). . . . .	14