



# **Hausautomation**

**Seminar**

**Weiterführende Themen zu Internet- und WWW-Technologien  
Sommersemester 2017**

Leonardo Hübscher

Betreuer:

Matthias Bauer, Martin Malchow, Dr. Haojin Yang  
Prof. Dr. Christoph Meinel

30. August 2017

## **Inhaltsverzeichnis**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Die Einleitung</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Die Begriffsklärung . . . . .                                | 3         |
| <b>2</b> | <b>Die Entwicklung des Smart Home Marktes</b>                | <b>4</b>  |
| 2.1      | Die Entwicklung bis 2000 . . . . .                           | 4         |
| 2.2      | Projekte in der Zeit von 2000 bis 2016 . . . . .             | 4         |
| 2.3      | Der Smart Home Markt 2016 . . . . .                          | 4         |
| 2.4      | Die Anbieterflut 2017 . . . . .                              | 5         |
| <b>3</b> | <b>Das Energiesparpotenzial</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>DIY - Home Management System</b>                          | <b>8</b>  |
| 4.1      | Meine Motivation . . . . .                                   | 8         |
| 4.2      | Die Funktionen . . . . .                                     | 8         |
| 4.3      | Das Hardware-Setup . . . . .                                 | 8         |
| 4.4      | Die Struktur des grundlegenden Software-Systems . . . . .    | 9         |
| 4.5      | Die Website . . . . .  | 10        |
| 4.5.1    | Die Steuerung der Lautstärke des Windows-Computers . . . . . | 11        |
| 4.6      | Die regelbasierte Steuerung . . . . .                        | 11        |
| 4.6.1    | Smart Device Connect . . . . .                               | 11        |
| 4.7      | Die Ansteuerung von Geräten über Infrarot und Funk . . . . . | 12        |
| 4.8      | Die Sprachsteuerung . . . . .                                | 12        |
| 4.9      | Die Steuerung der LED-Leisten . . . . .                      | 13        |
| 4.9.1    | Die Hardware-Modifikationen der LED-Leiste . . . . .         | 13        |
| 4.9.2    | Die Steuerung der Farben . . . . .                           | 14        |
| 4.9.3    | Der Audio-Visualizer . . . . .                               | 14        |
| 4.9.4    | Die Hintergrundbeleuchtung für den Monitor . . . . .         | 15        |
| <b>5</b> | <b>Die IT-Sicherheit</b>                                     | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>Das Fazit</b>   | <b>17</b> |
|          | <b>Literatur</b>   | <b>18</b> |

# 1 Die Einleitung

Die Entwicklung der Computer schritt in den letzten Jahren sehr stark voran. Die computergestützte Technik hat mittlerweile viele Bereiche unseres Lebens erobert und prägt unseren alltäglichen Ablauf. Die Computer werden mittlerweile bei vielen Berufen fest in den Prozess integriert und sind auch in der Freizeit, in Form von Smartphones, nahezu omnipräsent. Es ist daher naheliegend, dass diese Entwicklung sich auch auf weitere Gebiete unseres Lebens ausbreiten wird, schließlich gehen mit der Einführung des Computers in einem Bereich meist eine höhere Effizienz und ein gesteigerter Komfort einher. Vor ca. 20 Jahren begannen die ersten ernstzunehmende Entwicklungen der Smart Home - Technologie. Die Lösungen sollen dabei vor allem das Energiesparen erleichtern und den Alltag des Bewohners angenehmer machen.

Bevor jedoch auf die Möglichkeiten des Smart Homes eingegangen wird, folgt zunächst eine Abgrenzung des Begriffs *Smart Home*. Im Rahmen der Arbeit wird zudem auf die aktuelle Marktsituation, sowie auf das bereits angesprochene Energiesparpotenzial eingegangen. Den Schwerpunkt bildet eine von mir entwickelte Lösung, welche auf dem bekannten Einplatinencomputer Raspberry Pi basiert.

Abschließend wird kurz auf den Sicherheitsaspekt solcher komplexen IT-Systeme eingegangen.

## 1.1 Die Begriffsklärung

*Smart Home* hat sich im Allgemeinen gegen Begriffe, wie Haus-Automation, Heimvernetzung, Haussteuerung und intelligentes Wohnen durchgesetzt. Der Begriff umschreibt im Allgemeinen die Vernetzung von Haushaltsgeräten aller Art mit dem Ziel Energie und Zeit zu sparen, Komfort und Sicherheit zu erhöhen sowie Möglichkeiten des Home-Entertainments zu erweitern. Im Gegensatz zur Gebäudeautomation bezieht sich das Smart Home auf private Haushalte. Wikipedia (2017e) Wikipedia (2017c)

Eine gute, vollständige Definition liefert ein Dokument des IT-Gipfels 2014<sup>1</sup>:

“Smart Home dient als Oberbegriff für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen und -häusern, in deren Mittelpunkt eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und effizienter Energienutzung auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen sowie automatisierbarer Abläufe steht.” IT-Gipfel (2014)

Der Aufrüstung des Eigenheims sind dabei scheinbar keine Grenzen gesetzt, so dass nur das zur Verfügung stehende Budget und die eigenen Sicherheitsbedenken die eigene Fantasie begrenzen.

---

<sup>1</sup>Der IT-Gipfel (*heute*: Digitalgipfel) ist ein durch das Bundesministerium für Wirtschaft initiiertes, jährlich stattfindender Kongress bei dem die Politik und Unternehmen aus der IT-Branche Konzepte zur Weiterentwicklung der IT in Deutschland entwickeln. Wikipedia (2017b)

## 2 Die Entwicklung des Smart Home Marktes

### 2.1 Die Entwicklung bis 2000

Die ersten Entwicklungen im Bereich des Smart Homes gab es bereits im Jahr 1966 mit dem Electronic Computing Home Operator (ECHO IV). Mit Hilfe dieses Geräts war es möglich Haushaltsgeräte zu steuern, die Heizungstemperatur anzupassen und eine Einkaufsliste für Lebensmittel automatisiert zu erstellen. Ernstzunehmende Entwicklungen begannen allerdings erst während der Jahrtausendwende. Hendricks (2014) Spicer (2016) Dies ist dem Umstand geschuldet, dass Computer erst mit der Zeit leistungsfähiger, kleiner sowie günstiger geworden sind.

### 2.2 Projekte in der Zeit von 2000 bis 2016

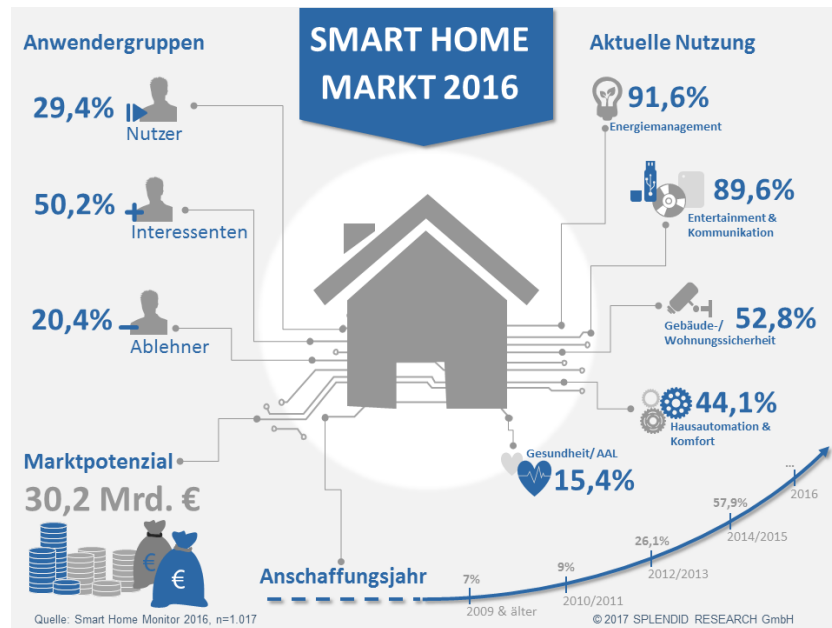
Ab der Jahrtausendwende gab es viele Vorzeige-Projekte, die die jeweiligen Möglichkeiten der Zeit repräsentieren sollten. Den Anfang hat das Fraunhofer Institut mit seinem Projekt *inHaus* im Jahr 2001 gemacht, es folgten verschiedene Architekturwettbewerbe und Projekte. Ein weiteres Beispiel ist das *Apartimentum*, ein smartes Vorzeige-Haus des Xing-Gründers Lars Hinrichs. Wikipedia (2017e) Wikipedia (2017d)

In einem Interview mit stern.de gibt Hinrichs an, dass er mit dem Haus nicht nur den aktuellen Stand der Technik demonstrieren, sondern vor allem auch auf das Energiesparpotenzial smarterer Technik hinweisen möchte. In dem mit Glasfaserkabel durchzogenen Haus wurde sehr viele neue Technik verbaut: Angefangen bei einer Remote-Haustürklingel, über smarte Thermometer hin zur intelligenten Küche und einer smarten Eingangstür wurde alles verbaut, aber auch für das Entertainment ist mit kabellosen Lautsprechersystemen gesorgt.

Sogar die Briefkästen werden anstatt mit einem Schlüssel, mit dem Smartphone geöffnet. Neben den 14 Apps, die zum Bedienen des Hauses erforderlich sind, wurden Teile der Software von Lars Hinrichs selbst geschrieben. Seit letztem Jahr kann man auch einzelne Apartments mieten. Christoph Fröhlich (2016)

### 2.3 Der Smart Home Markt 2016

In einer Studie des Marktforschungsinstituts Splendid Research wurden 1017 Personen befragt, um die aktuelle Verbreitung von Smart Homes zu ermitteln. Im Mittelpunkt stand dabei auch die Bereitschaft, sich in der nächsten Zeit ein Smart Home - System zuhause einzubauen. GmbH (2017) Die Ergebnisse sind der Abbildung 1 zu entnehmen.



**Abbildung 1:** “Smart Home Monitor 2016” - Studie, entnommen aus GmbH (2017)

Laut der Studie wurde festgestellt, dass sich vier von fünf Befragten für ein solches System interessieren, wobei fast ein Drittel davon bereits eine Smart Home Lösung verwendet. Jeder fünfte lehnt allerdings ein solches System stringent ab. Gründe hierfür sind vor allem die Sorge vor der mangelhaften IT-Sicherheit und dem damit einhergehenden Schutz der Privatsphäre, der schlechten Kompatibilität sowie die hohen Preise, welche potenzielle Käufer abschrecken. GmbH (2016)

Neben der aktuellen Verbreitung wurde zudem auch der gewünschte Verwendungszweck erfragt. Diese spiegeln im Grund die Hauptziele von Smart Home-Systemen wieder, angeführt von den Energieeinsparungspotenzial und den Unterhaltungsmehrwert. Des Weiteren werden auch sogenannte AALs (Ambient Assisted Living) als aktuelle Nutzung angegeben, dieses soll auch im Alter ein selbstbestimmtes Leben ermöglichen. Wikipedia (2017a)

Aus dem Ergebnisdokument des IT-Gipfels geht außerdem hervor, dass bis 2020 1-1,45 Millionen Haushalte mit einem Smart Home System ausgerüstet haben werden. IT-Gipfel (2014)

### 2.4 Die Anbieterflut 2017

Durch den Boom des Smart Homes in den letzten Jahren, wurden sehr viele unterschiedliche Lösungen entwickelt. Namenhafte Anbieter sind zum Beispiel enocean, HomeMatic, Qivicon und RWE. Hinter den Unternehmen stehen Telekommunikationsunternehmen wie die Telekom, Energieanbieter wie RWE aber auch Elektronik-Versandhäuser.

Jedes Unternehmen entwickelte hierbei eigene Lösungen, ohne dass mit systemübergreifenden Standards gearbeitet wurden. Hieraus resultiert das Problem, dass die verschiedenen Systeme und Module in der Regel nicht untereinander kompatibel sind. Zum einen wird nun versucht, durch Zertifikate und Standards eine Basis für eine Kompatibilität zu schaffen. Zum Anderen wurden sogenannte Gateway-Lösungen, wie Qivicon und RWE entwickelt. Diese sind meist keine eigenen vollwertigen Systeme, sondern implementieren lediglich den Standard von anderen Komponenten, um mit diesen funktionieren zu können. Ein gemeinsamer Standard hat gegenüber den Gateway-Lösungen den Vorteil, dass die Kommunikation zwischen den Komponenten verschlüsselt werden und somit sicherer ablaufen könnten.

Eine Analogie bietet das heutige Wohnzimmer von vielen Haushalten, in denen auf dem Wohnzimmertisch Fernbedienungen für viele verschiedene Geräte/ Systeme liegen. Die Gateway-Lösungen fungieren hierbei als "Universalfernbedienungen".

## 3 Das Energiesparpotenzial

Der momentan als am größten erachtete Nutzen und gleichzeitig eine der Hauptfunktionen, ist die Möglichkeit Energie einzusparen. Im nachfolgenden soll darauf eingegangen werden, wie Energie eingespart werden kann und ob sich ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis einstellt.

Die Automatisierung in den eigenen vier Wänden beginnt bereits damit, Geräte zeitgesteuert bedienen zu können. Aufgrund gleichbleibender Alltagsabläufe lässt sich das Nutzerverhalten recht gut analysieren. Dadurch ist es möglich, beim Verlassen der Wohnung die Leistung der Heizung zu reduzieren. Ein unnötiger Energieverbrauch wird somit bei Abwesenheit vermieden.

Gleichzeitig schaltet die Heizung nicht komplett ab, was dazu führen würde, dass die Wohnung komplett auskühlt und ein erneutes Heizen mehr Energie benötigen würde. Kurz bevor man wieder nach hause kommt, wird die Heizleistung entsprechend der angestrebten Wohlfühltemperatur erhöht. Des Weiteren wird durch die Fernsteuerungsmöglichkeit das Regulieren der Heizungen einfacher, so dass man auch dann Energie sparen kann, wenn man außerplanmäßig nicht zuhause ist.

Wird das System mit weiteren Sensoren, wie z.B. mit Fenstersensoren, verbunden, können die Heizthermostate des jeweiligen Zimmers automatisiert herunter geregelt werden.

Doch nicht nur durch eine steuerbare Heizung lässt sich Energie sparen – auch durch intelligente *Smart Meters*, also Geräte, welche beispielsweise den Stromverbrauch messen, kann der Bewohner verschwenderische Verbraucher ermitteln und entsprechend reagieren. Durch die Zeitsteuerung weiterer Geräte, wie zum Beispiel Waschmaschinen, kann in der Nacht gewaschen werden, um eventuell in die Vorzüge eines zeitabhängigen Energietarifs zu kommen. Zudem ist es möglich, die Energielast dynamisch zu verteilen. So wird zum Beispiel das E-Auto nur dann geladen, wenn die Sonnenkollektoren Energie erzeugen und nicht, wenn keine Sonne scheint und man den Strom vom Stadtwerk be-

ziehen müsste. Die gleichmäßigere Auslastung des Energienetzes durch die intelligente Vernetzung wird unter dem Begriff *Smart Grid* zusammengefasst.

Durch weitere fernsteuerbare Geräte, wie zum Beispiel Lichter, Jalousien oder Markisen, lassen sich die verschiedenen Wetterbedingungen optimal ausnutzen. Tockmann (2017) mbH & Co. KG (2017)

Mit Hilfe dieser Maßnahmen lassen sich laut einem der größten Stromanbieter Deutschlands 20-40% der Stromkosten, abhängig vom Gebäude-Typ, einsparen. Wichtig sind hierbei allerdings nicht nur die Einsparungen durch das intelligente Steuern der Geräte, sondern auch deren individueller Verbrauch. So ist zum Beispiel der Kühlschrank der Top-Verbraucher im Haushalt und kann noch nicht durch smarte Technik gesteuert werden. Stelzel-Morawietz (2013)

## 4 DIY - Home Management System

### 4.1 Meine Motivation

Ich habe bereits recht früh ein großes Interesse für Smart Home-Lösungen entwickelt. Geweckt wurde dieses durch die J.A.R.V.I.S – KI aus den Iron Man - Filmen. Erste ernsthafte Überlegungen habe ich im Laufe einer meiner Seminararbeiten<sup>2</sup>, welche ich in der gymnasialen Oberstufe geschrieben habe, angestellt.

Das Ziel meiner Lösung soll es sein, vor allem für mehr Komfort zu sorgen und diverse Unterhaltungsmöglichkeiten zu bieten. Der Energiespar-Aspekt soll bei der Entwicklung dagegen nicht im Vordergrund stehen. Auf keinen Fall soll diese Lösung mit der einer kommerziellen mithalten können. Vielmehr geht es darum auf eine experimentelle Art und Weise ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise solcher Systeme zu erhalten. . Um eine ungefähre Orientierung zu bekommen, welche Features sinnvoll sind und welche eigene Ideen umsetzbar sind, habe ich am Anfang zunächst recherchiert, welche DIY-Lösungen bereits von anderen entwickelt wurden. Den Fokus dieses Projektes legte ich auf die Verbindung von Hardware und Software, da ich in diesem Bereich noch keine Erfahrungen gesammelt hatte.

### 4.2 Die Funktionen

Das entwickelte Softwaresystem unterstützt mehrere grundlegende Funktionen, wie zum Beispiel die Ansteuerung anderer Geräte über Infrarot und Funk (433 MHz). Der Benutzer kann die Software über eine simpel gehaltene Website steuern. Über diese ist die Regelverwaltung, die Steuerung der verschiedenen Modi und die Log-Dateien-Einsicht möglich. Die Webseite ist auch von unterwegs, unter Nutzung eines VPNs zum Router, erreichbar.

Das System bietet weitere Funktionen, wie zum Beispiel einen Wecker, welcher die Audio-Anlage nutzt oder auch eine Sprachsteuerung. Des Weiteren ergeben sich durch die Verbindung mit einem Windows-PC und einer LED-Leiste weitere interessante Funktionen, auf die im Nachfolgenden detaillierter eingegangen wird.

Die Ansteuerung der LED-Leiste bildet dabei den Schwerpunkt meiner DIY-Lösung. Auf dieser Basis wurde eine Ambilight-Lösung nachgebaut sowie einen Audio-Visualizer implementiert. Die erforderlichen Signale kommen hierbei vom Windows-PC.

### 4.3 Das Hardware-Setup

Als "Herzstück" des Systems wird ein Raspberry PI der dritten Generation verwendet. Dieser hat den Vorteil, dass er bereits über eine WLAN-Schnittstelle und ein Bluetooth-Modul verfügt. Ergänzt wurde dies um ein USB-Mikrofon, einem USB-LED-Board und

---

<sup>2</sup>Gesichtsverfolgung mit dem Raspberry Pi, 2014



Funksteckdosen. Weiterhin wurden diverse Bauteile verbaut, welche für das Senden von Funk und IR-Signalen erforderlich sind.

Für die Ansteuerung der LED-Leisten von IKEA ist ein Einplatinen-Computer erforderlich, welcher Pulsweitenmodulation und WLAN unterstützt. Die Entscheidung fiel dabei auf einen WeMos D1 Wifi<sup>3</sup>, welcher ein Arduino-Clone ist. Dadurch können die Vorzüge der Arduino-Umgebung ausgenutzt werden.

## 4.4 Die Struktur des grundlegenden Software-Systems

Für die grundlegende Architektur der Software wird eine Event-Pipe mit verschiedenen Event-Filtern verwendet. Beim Start des Systems werden zunächst verschiedene Module geladen, welche sich bei der Pipe für bestimmte Events registrieren können. Ein Modul ist eine gekapselte Einheit, welche Events verarbeiten und erzeugen kann. Wird ein neues Event von einem Modul erzeugt, so wird bei allen Modul-Filtern geprüft, ob dieses Event weitergeleitet werden soll. Wenn es kein Modul gibt, dass für dieses Event einen Filter besitzt, so wird dieses in einem Buffer abgelegt. Dabei werden maximal 1000 solcher Events im Buffer zwischengespeichert, ehe sie entfernt werden.

Jedes Modul kann während des Startvorgangs auf die Events aus diesen Buffer zugreifen. Dies ist erforderlich, da die Module eine unterschiedliche Startvorgangsdauer besitzen und somit ein Module früher betriebsbereit ist, als ein anderes. Jedes Modul läuft in seinem eigenen Java-Thread, so dass ein unerwarteten Absturz eines Modules, keine Auswirkungen auf die anderen Module hat.

Diese Architektur ermöglicht es, recht einfach auf bestimmte Events zu reagieren. Zudem wird so eine mögliche Erweiterung um neue Module sehr stark vereinfacht, was der Hauptgrund für die Wahl dieser Architektur ist. Dennoch setzt das gesamte System eine gute Kenntnis desselben und ist nicht dafür konzipiert, dass andere Nutzer es einfach verändern können.

Jedes Modul besitzt einen eigenen Event-Typ und enthält Informationen darüber, welches Modul es erzeugt hat, welchen Typ das Event besitzt (*Request*, *Info* oder *Detect*) und welche Aktion abgelaufen ist. Dabei sind Herkunft, Typ und Action fest definierte Werte.

Beim Programmstart muss als Parameter ein Systemname übergeben werden. Dieser wird von dem System verwendet, um von der genauen IP-Adresse der Geräte abstrahieren zu können. Diese wird in einem Handshake-Verfahren, welches den UDP-Broadcast-Kanal nutzt, beim Start zusammen mit dem eigenen Namen anderen Geräten mitgeteilt. Darauf hin bauen diese eine Verbindung zu dem eben gestarteten Gerät auf. Die nachfolgende Kommunikation findet normalerweise über diese TCP-Verbindung statt.

---

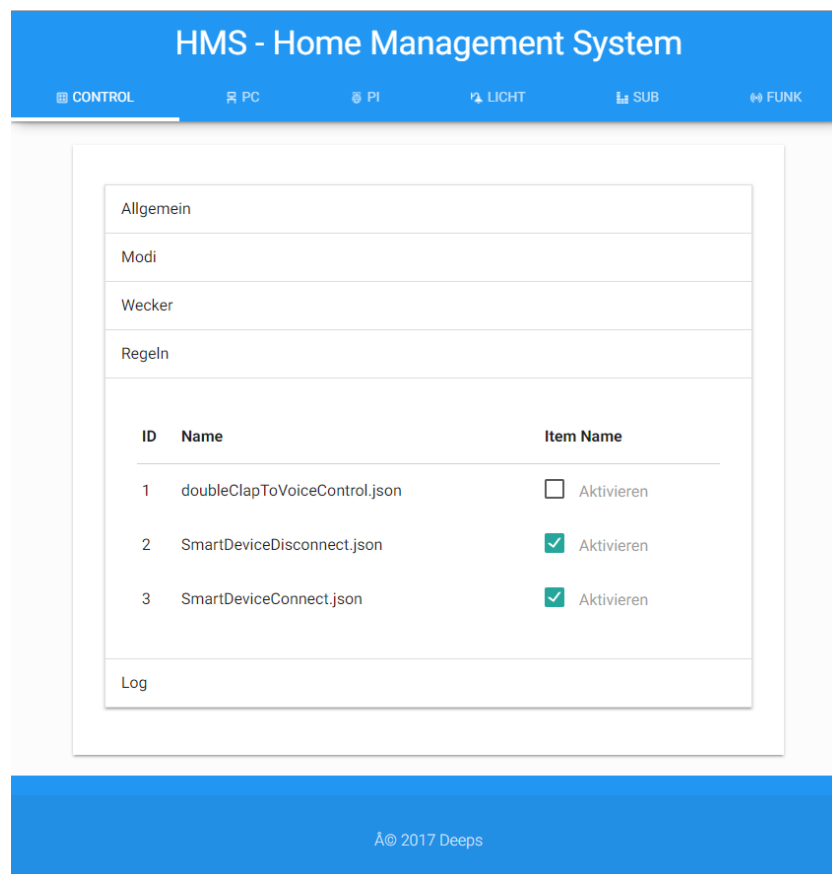
<sup>3</sup>[http://www.rainer-rebhan.de/proj\\_wemosd1.html](http://www.rainer-rebhan.de/proj_wemosd1.html)

## 4.5 Die Website

Die Website ist das Steuerelement für den Nutzer und beinhaltet verschiedene Übersichten. In der *Control*-Übersicht kann der Nutzer alle Systeme herunterfahren, verschiedene Modi wie zum Beispiel Essen, Arbeiten oder Standard aktivieren, die Weckzeiten verwalten, vordefinierte Regeln aktivieren oder deaktivieren und Log-Dateien einsehen.

In der *PC*-Übersicht kann der PC hoch- oder auch heruntergefahren werden sowie dessen Lautstärke kontrolliert werden. Da vom PC auch die Signale für die Ambientlight-Funktion oder auch den Audio-Visualizer ausgehen, ist es zudem möglich, auch diese Funktionen zu verwalten und weitere Programme, wie z.B. Spotify, zu starten.

Die restlichen Tabs *Pi*, *Licht*, *Sub* und *Funk* dienen der Gerätesteuerung und beinhalten die Funktionen der jeweiligen Fernbedienungen. Der Raspberry Pi kann dagegen lediglich heruntergefahren werden.



**Abbildung 2:** Die Webseite zum Steuern des Home Management Systems

Für das Design der Website wird das Materializecss-Framework<sup>4</sup> verwendet, welches ein übersichtliches und modernes Layout ohne viel Aufwand ermöglicht. Für die Auslie-

<sup>4</sup><http://materializecss.com/>

ferung der Website wird die HTTP-Server-Bibliothek von Sun genutzt. Die Website ist dabei wiederum nur ein Modul, welches mit der Event-Pipe interagiert.

Die Internetseite wird auf jedem Gerät, auf dem das Home Management System läuft, zur Verfügung gestellt und ist unter der jeweiligen Geräte IP und Port 5555 über die [overview.html](http://192.168.178.96:5555/overview.html) erreichbar<sup>5</sup>.

### 4.5.1 Die Steuerung der Lautstärke des Windows-Computers

Für die Änderungen der Lautstärke des Windows-Computers wird die Windows-API *bas*s benutzt, die über die JNA-Schnittstelle in Java eingebunden wird. Über diesen Wrapper ist es möglich, die aktuelle Lautstärke auszulesen und einen neuen Wert zu setzen. Die Website stellt dazu einen Slider bereit, der über das UDP-Protokoll Änderungen der Lautstärke in Echtzeit an den Windows-PC überträgt.

## 4.6 Die regelbasierte Steuerung

Die Software soll es dem Nutzer ermöglichen, individuelle Regeln definieren zu können, um die Funktionalität des Systems ohne weitere Eingriffe zu erweitern. Die Definitionen der Regeln werden dabei in JSON-Dateien festgehalten. Eine Regel enthält eine Bedingung, nach deren Eintreten sie in Kraft treten soll und Events, welche in Folge dessen ausgeführt werden sollen. Die Events liegen ebenfalls im JSON-Format vor. Für die Verarbeitung der Regeln gibt es das Regelmodul. Dieses liest alle Regeln und Events beim Start ein und analysiert sie. Anschließend wird für jede Bedingung ein Event-Filter bei der Pipe registriert. Wenn ein solches Event erzeugt wurde, wird das hinterlegte Event in die Pipe eingefügt.

Eine beispielhafte Anwendung des Regelmoduls wird in der nachfolgenden Sektion beschrieben.

### 4.6.1 Smart Device Connect

Diese Funktion ermöglicht das automatisierte Abarbeiten von Regeln, wenn ein bestimmtes Gerät (in diesem Fall ein Smartphone) sich in der Nähe befindet oder einen bestimmten Bereich verlässt. Es ist somit möglich den Rechner automatisch zu starten oder herunterzufahren, sowie die Beleuchtung und Audioanlage entsprechend zu steuern.

Umgesetzt wurde dies durch ein weiteres Modul, welches prüft, ob sich ein Gerät in der Nähe befindet oder ob es einen bestimmten Bereich verlassen hat. Bei Neuverbinden oder Verlassen des Gebiets wird ein Event in die Pipe eingefügt. Der Nutzer kann Regeln definieren, mit Hilfe deren der Algorithmus auf dieses Event reagieren soll.

Da das Modul nicht mit dem energiesparenden Bluetooth-Protokoll stabil implementiert werden konnte, wurde diese Funktion über das WLAN-Netzwerk implementiert. Dazu pingt ein Modul in einem bestimmten Zeitintervall das Smartphone an. Hierzu

---

<sup>5</sup><http://192.168.178.96:5555/overview.html>

musste sichergestellt werden, dass dem Smartphone immer die gleiche (feste) IP-Adresse zugewiesen wird. Des Weiteren ist es erforderlich, die im Android-Betriebssystem vorhandene WLAN-Energiesparfunktion zu deaktivieren, was allerdings, zusammen mit dem häufigen Anpingen, den Akku stärker belastet. Trotz des höheren Energieverbrauches erschien mir der Komfortnutzen höher, so dass ich diese Funktion weiterhin verwende.

### 4.7 Die Ansteuerung von Geräten über Infrarot und Funk

Für die Ansteuerung der Geräte habe ich mich an Tutorials aus dem Internet<sup>6</sup> gehalten. Zur Ansteuerung der IR-Sendediode wird die weit verbreitete Bibliothek *LIRC* verwendet. Diese ermöglicht es Fernbedienungen anzulernen und die gespeicherten Befehle über einen TCP-Server abzusenden. Somit wird das Ansteuern von Audio-Anlagen oder entsprechende Glühlampen ermöglicht.

Für das An- und Ausschalten der Funksteckdosen wird, wie in diesem Tutorial vorgegeben, die Software Raspberry-Remote, welche auf WiringPi basiert installiert und genutzt.

### 4.8 Die Sprachsteuerung

Die verwendete Sprachsteuerung basiert auf Google Speech. Die J.A.R.V.I.S-Bibliothek<sup>7</sup> bietet durch einen Wrapper der Google Speech Schnittstelle eine vereinfachte Variante, Anfragen über das Internet an Google zu senden. Eine Offline-Lösung ist allerdings nicht enthalten. Die gleiche API wird auch in der bekannten Smart Home-Software Jasper<sup>8</sup> eingesetzt.

Da Googles kostenfreie Variante nur eine beschränkte Anzahl von Anfragen mit einer limitierten Länge pro Tag zulässt, kann man nicht durchgängig Audiodateien an Google schicken. Des Weiteren ist dies auch aufgrund von anderen Gründen, wie der Privatsphäre und der limitierten Internetverbindung nicht ratsam.

Es bietet sich daher an, ein sogenanntes Hotword zum Starten der Spracherkennung zu verwenden. Google nutzt die Lösung selbst bei seinem Android-Betriebssystem. Dort lässt sich die Spracherkennung mit den Worten "OK Google" starten. Da auch eine einfachere Sprachanalyse auf dem Raspberry Pi aufgrund der beschränkten Leistung vermutlich nicht gut umsetzbar ist, wird stattdessen ein doppeltes Klatschen zum Starten der Erkennung verwendet. Dies hat den Vorteil, dass die Erkennung simpel genug ist, um sie lokal und offline auf dem Raspberry Pi durchzuführen. Auf der anderen Seite ist diese Methode ungenau und führt beim Hören von Musik oftmals zu False-Positives.

---

<sup>6</sup><https://klenzel.de/3588>

<http://www.raspberrypi-tutorials.de/software/funksteckdosen-mit-dem-raspberry-pi-schalten.html>

<sup>7</sup><https://github.com/lkuza2/java-speech-api>

<sup>8</sup><https://jasperproject.github.io/>

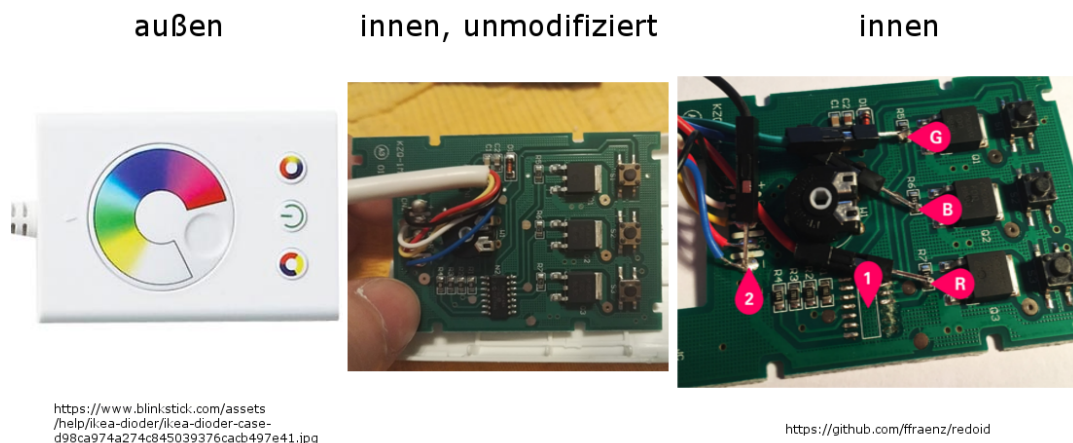
## 4.9 Die Steuerung der LED-Leisten

Bei Recherchen zu den verschiedenen Möglichkeiten der LED-Leisten-Steuerung fand ich heraus, dass man die LED-Leisten mit einem eigenen Controller regeln kann. In der ursprünglichen, unmodifizierten Variante wird die Farbe der LED-Leisten über ein Potentiometer geregelt. Das Ziel war es, diesen Regler gegen einen digitalen Controller auszutauschen, damit dieser die Farben passend zur Musik oder zur Bildausgabe auf dem Monitor eines Windows-PCs ändern kann.

Das Hintergrundziel dieses Projektteils war es, erste Erfahrungen mit der Hardwareansteuerung zu sammeln. Insbesondere ging es darum, bereits bestehendes Technik-Ressourcen zu nutzen, anstatt etwas Neues zu entwickeln.

### 4.9.1 Die Hardware-Modifikationen der LED-Leiste

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist zunächst der Controller von außen und innen zu sehen.



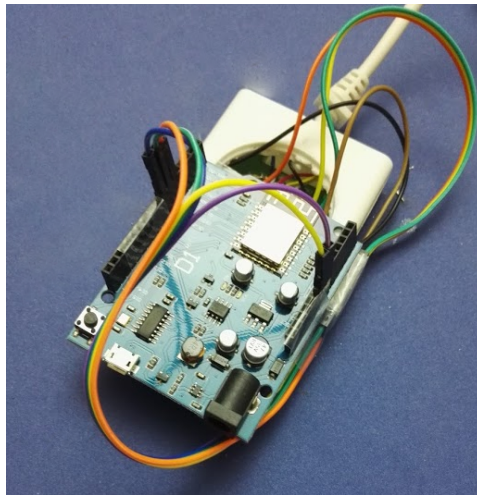
**Abbildung 3:** Der Controller zum Steuern der Farben der LED-Leiste.

Um die Farben der Leiste steuern zu können, wird zunächst der vorhandene Mikrocontroller entfernt (1) und dann je ein Kabel pro Farbkanal (R, G, B) an die Widerstände R5, R6 und R7 sowie an GND (2) gelötet. Dadurch ist der ursprünglichen Controller nicht mehr nutzbar. Alternativ könnte der Controller auf einem Breadboard unter Einsatz von je einem Widerstand (150 Ohm) pro Kanal sowie geeigneten Mosfets<sup>9</sup> umgesetzt werden. Mosfets ermöglichen es, die Stromstärke über Pulsweitenmodulation, also über die Spannung, zu steuern. Friederes (2017)

Das Projekt umfasst zwei Exemplare der LED-Leiste, welche unterschiedlich gesteuert werden sollen. Eine Leiste wird durch ein PWM-Board, welches an den Raspberry Pi

<sup>9</sup>z.B. MOSFET IPP093N06N3

angeschlossen ist, gesteuert. Die andere LED-Leiste wird über ein WeMos D1 Wifi Board angesteuert. Die Stromversorgung des Clones wird durch das Netzteil der LED-Leiste gewährleistet. Dieses liefert 12V, was der maximalen Spannung entspricht, die die Platine verträgt. Dazu wird ein weiteres Kabel mit dem Ground gegenüberliegenden Pin verlötet und mit dem VCC-Pin verbunden. Das Resultat ist der Abbildung 4 zu entnehmen.



**Abbildung 4:** Der WeMos D1, verbunden mit der Steuereinheit der LED-Leiste

### 4.9.2 Die Steuerung der Farben

Die Farben werden durch eine Pulsweitenmodulation, kurz PWM, ausgewählt. Dies ist ein sehr bekanntes und verbreitetes Verfahren um ein digitales in ein analoges Signal umzuwandeln. Für die Ansteuerung des Einplatinencomputers wurde ein C-Programm in der Arduino-Umgebung geschrieben, welches auf dem UDP-Port 5555 lauscht und Pakete in der Form von *RED GREEN BLUE* erwartet. Dabei wird für jeden Farbkanal ein Wert im Bereich von 0-255, getrennt von einem Leerzeichen, erwartet. Hat ein Paket nicht das erforderliche Format, so wird es ignoriert.

### 4.9.3 Der Audio-Visualizer

Ziel des Audio-Visualizer ist es, die LED-Leiste in Abhängigkeit von der Musik anzusteuern. Dafür wurden zwei verschiedene Modi entwickelt. Ein etwas ruhigerer Modus, welcher im Hintergrund laufen kann und nicht aufdringlich ist und ein schnell wechselnder Modus, der sich hervorragend für Hauspartys eignen soll.

Eine Schwierigkeit bei der Umsetzung bestand darin, dass Windows keinen nativen Audio-Loopback besitzt, was die zusätzliche Installation einer virtuellen Line erforderlich macht. Über diese wird das Audiosignal umgeleitet, bevor es über die Lautsprecher ausgegeben wird. Das *Visualizer*-Modul liest das Audio-Signal dieser virtuellen Line ein und

führt mit Hilfe der TarsosDSP-Bibliothek<sup>10</sup> eine Fouriertransformation durch. Um dem resultierenden Audiospektrum eine Lichtfarbe zuordnen zu können, berechnet der Algorithmus die Lautstärke der verschiedenen Frequenzbereiche und ordnet sie gleichmäßig den Farbkanälen zu. Dem unteren Frequenzbereich wird die Farbe Grün zugeordnet und mit einem Boost versehen, da dieser die Bassline enthält. Dem mittleren Frequenzbereich wird die Farbe Blau zugeordnet und dem oberen die Farbe Rot.

Der wichtigste Effekt besteht in einer Art Dämpfung - die das subjektive Übereinstimmen von Farbe und Musik entscheidend verbessert, indem der Wechsel von laut zu leise optisch verlangsamt wird. Die Funktionsweise des Dämpfungseffektes wird durch Algorithmus 1 näher beschrieben.

---

**Algorithm 1** Der Dämpfungsalgorithmus für die Audiovisualisierung, welcher auf dem Algorithmus von Rikard Lindstrom<sup>11</sup>basiert.

---

```
private float applyFading(int colorChannel, float value) {
    colorLists[colorChannel].addFirstRemoveLast(value);
    float avg = colorLists[colorChannel].getAverage();
    if (value < avg) {
        value = avg;
    } else {
        colorLists[colorChannel].setAllTo(value);
    }
    return value;
}
```

---

Während der Initialisierung des Moduls wird ein Array *colorList* der Länge drei (für jeden Farbkanal) des Typs *FixedList* initialisiert. Eine *FixedList* ist eine Listen-Datenstruktur bei der die maximale Länge begrenzt ist. Wird ein neues Element zur bereits vollen *FixedList* hinzugefügt, so wird das jeweils erste Element entfernt.

Die Länge der Liste für das untere und obere Spektrum ist zehn, die Länge für das mittlere Spektrum beträgt 15. Die Länge der Liste beeinflusst die Trägheit, mit der die Farben geändert werden. Die Initialisierung dieser Listen erfolgt mit dem Wert 0.

#### 4.9.4 Die Hintergrundbeleuchtung für den Monitor

Diese Funktion ist der von Philips entwickelten Ambilight-Lösung sehr ähnlich. Dazu erfasst ein Modul, welches die Java-eigene Robot Bibliothek verwendet, den Bildschirminhalt und lässt durch die Color-Thief-Bibliothek<sup>12</sup> die dominanteste Farbe bestimmen.

---

<sup>10</sup><https://github.com/JorenSix/TarsosDSP>

<sup>11</sup>[https://github.com/ornotermes/DioderTools/blob/master/dioder\\_pulse.py](https://github.com/ornotermes/DioderTools/blob/master/dioder_pulse.py)

<sup>12</sup><https://github.com/SvenWoltmann/color-thief-java>

Diese wird anschließend an die LED-Leisten hinter dem Monitor gesendet. Die Implementierung der Robots-Bibliothek erreicht eine Bildwiederholungsrate von ungefähr 30 Bilder die Sekunde, ist jedoch sehr ressourcenintensiv. Dies führt dazu, dass man diese Funktionen nur zum Ansehen eines Filmes, nicht aber während des Spielens verwenden kann.

## 5 Die IT-Sicherheit

Die IT-Sicherheit spielt bei der Hausautomation eine sehr große Rolle. Vor allem Systeme welche an das Internet angeschlossen werden, sind für Angriffe durch Dritte anfällig. Der Sicherheitsaspekt bezieht sich dabei vor allem auf die Kommunikation zwischen den Komponenten und dem Schutz vor einer unbefugten Steuerung. Durch die unverschlüsselte Verbindung wäre es anderen möglich, den Datenverkehr abzuhören, zu manipulieren oder für andere Angriffe auszunutzen. Man muss sich immer bewusst sein, dass ein Smart Home, wie jedes andere Computersystem, potenzielle Schwachstellen besitzt. So kam es 2012 zu einem Vorfall bei Trendnet, bei dem jeder die Bilder der Überwachungskameras von fremden Eigenheimen sehen konnte. Ein Jahr später wurde eine Schwachstelle bei Insteon bekannt, bei der man aufgrund einer fehlerhaften Konfiguration den Strom an- und abschalten konnte. Kaden (2014)

Mit Hilfe der Suchmaschine Shodan<sup>13</sup> kann zwar jeder selbst herausfinden, wie viele smarte Geräte über das Internet aufzuspüren sind, aber die maximale mögliche Sicherheit ist letzten Endes vom Anbieter abhängig.

In der Zukunft werden vor allem Router ein neues Angriffsziel darstellen, da diese in vielen Fällen und wie bei dem entwickelten System auch, als einzige Sicherheitsmaßnahme dienen. Im Gegensatz zu Einbrüchen im herkömmlichen Sinne sind Szenarien zu erwarten, die der Erpressung unter Einsatz von Ransomware ähneln. Somit könnte man zu “Lösegeldzahlungen” gezwungen werden, um in sein eigenes Haus zu gelangen, oder damit die Technik einen nicht weiter “terrorisiert”. Umschau-Quicktipp

Eine korrekte Konfiguration ist daher entscheidend und ein gemeinsamer Standard wichtig. Dieser würde nämlich auch verschlüsselte Kommunikationen ermöglichen. Hersteller müssten dann keine unverschlüsselten Kommunikationsprotokolle verwenden, nur damit Komponenten anderer Hersteller gesteuert werden können. Ein möglicher Standard könnte durch verschiedene Authentifizierungs- und Autorisierungsmechanismen für mehr Sicherheit sorgen.

Die Sicherheit solcher Systeme hängt allerdings nicht nur vom Schutz vor möglichen Hackerangriffen ab. Mechanismen, welche fehlerhafte Bedienungen verhindern sowie Fehlfunktionen in der Software reduzieren, müssen von den Unternehmen ausreichend berücksichtigt werden.

---

<sup>13</sup><https://www.shodan.io/>



## 6 Das Fazit

Ich habe mich sehr gern mit diesem Projekt beschäftigt und werde dieses auch noch zukünftig weiter ausbauen. Besonders interessant fand ich die Spikes zur Einbindung von Hardware und dem Kombinieren von der Hardware mit der Software. Ich habe währenddessen sehr viel gelernt, unter anderem wie man einen HID-Treiber in Java implementiert, wie man Mikrocontroller programmieren kann und wie die grundsätzliche Herangehensweise an Hardware-Projekte ist. Dadurch habe ich ein Bewusstsein dafür gewonnen, wie schwer oder auch einfach die Einbindung von externer Hardware in die Softwarekomponente ist.

Den Quellcode zu meiner Lösung habe ich auf Github<sup>14</sup> veröffentlicht, so dass diesen jeder einsehen kann.

Wer sich selbst einmal ein Bild von der Komplexität einer DIY-Lösung machen möchte, dem empfehle ich diesen Onlinekurs<sup>15</sup> von OpenHPI. Dieser leitet einen geführt durch das Einrichten eines eigenen *embedded* Smart Homes – einer Lösung die sich vor allem auf das Auslesen von Sensoren spezialisiert.

Auch wenn ich bei meinem System nicht primär auf den Energiesparaspekt geachtet habe, ist dieser vermutlich eines der Hauptargumente, die für einen Kauf eines Smart Homes sprechen. Meiner Meinung nach fehlt allerdings noch ein echtes “Killerfeature”, welches solcherlei Systeme von einer Spielerei zu einem tatsächlich brauchbaren Alltagsbegleiter macht. Auf die zukünftigen kommerziellen Entwicklungen bin ich deshalb umso gespannter.

Im gewerblichen Bereich könnte ich mir hingegen eher eine sinnvolle Einbindung solcher System vorstellen. Ein ähnliches System könnte beispielsweise in Seniorenheimen eingesetzt werden, um mittels verschiedener Sensoren das Wohlbefinden der Bewohner erfassen und gewährleisten zu können.

---

<sup>14</sup><https://github.com/deeps96/HomeManagementSystem>

<sup>15</sup><https://open.hpi.de/courses/smarthome2017>

## Literatur

- [mbH & Co. KG 2017] & Co. KG, Hager V.: *Energie sparen und Kosten senken mit Smart Home Technik*. <https://www.das-intelligente-zuhause.de/ratgeber/energie>. Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Christoph Fröhlich 2016] CHRISTOPH FRÖHLICH, Daniel B.: *Apartimentum: Zu Besuch im schlauesten Haus Deutschlands*. [http://www.stern.de/wirtschaft/immobilien/apartmentum--zu-besuch-im-schlauesten-haus-deutschlands-6799024.html#mg-2\\_1502208124042](http://www.stern.de/wirtschaft/immobilien/apartmentum--zu-besuch-im-schlauesten-haus-deutschlands-6799024.html#mg-2_1502208124042). Version: 2016. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Friederes 2017] FRIEDERES, Fränz: *ffraenz/redoid Node.js package that provides an API to control your IKEA Dioder LED light strip on your Raspberry Pi*. <https://github.com/ffraenz/redoid/tree/cef5549dfa4fb908493b902ddf585e2a7b05b37c>. Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [GmbH 2016] GMBH, SPLENDID R.: *smart-home-2016-chart2.PNG*. <https://www.splendid-research.com/images/marktstudien/20160102-Smart-Home-Monitor-2016/smart-home-2016-chart2.PNG>. Version: 2016. – Zuletzt besucht: 2017-08-13
- [GmbH 2017] GMBH, SPLENDID R.: *Studie: Smart Home Monitor | Marktgröße - Marktpotenzial - Verbraucherbefragung*. <https://www.splendid-research.com/smarthome.html>. Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-13
- [Hendricks 2014] HENDRICKS, Drew: *The History of Smart Homes*. <http://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/376816-history-smart-homes.htm>. Version: 2014. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [IT-Gipfel 2014] IT-GIPFEL: *Vor dem Boom – Marktaussichten für Smart Home*. <http://plattform-digitale-netze.de/app/uploads/2016/06/IT-Gipfel-2014-AG8-Ergebnisdokument-UAG-BB-FG-Connected-Home.pdf>. Version: 2014. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Kaden 2014] KADEN, Jan: *Wie sicher ist das Smart Home?* <http://www.pc-magazin.de/ratgeber/smart-home-sicherheit-hacker-heimvernetzung-3191840.html>. Version: 2014. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Spicer 2016] SPICER, Dag: *The ECHO IV Home Computer: 50 Years Later*. <http://www.computerhistory.org/atcm/the-echo-iv-home-computer-50-years-later/>. Version: 2016. – Zuletzt besucht: 2017-08-28

- [Stelzel-Morawietz 2013] STELZEL-MORAWIETZ, Peter: *Energiesparpotential und spezielle Lösungen*. [https://www.pcwelt.de/ratgeber/Ratgeber\\_Technik-Energiesparpotential\\_und\\_spezielle\\_Loesungen-7347841.html](https://www.pcwelt.de/ratgeber/Ratgeber_Technik-Energiesparpotential_und_spezielle_Loesungen-7347841.html). Version: 2013. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Tockmann 2017] TOCKMANN, Thomas: *Smart Home: Wie das intelligente Zuhause beim Energiesparen hilft*. [http://www.focus.de/immobilien/experten/kosten-senken-smart-home-wie-das-intelligente-zuhause-beim-energiesparen-hilft\\_id\\_6799023.html](http://www.focus.de/immobilien/experten/kosten-senken-smart-home-wie-das-intelligente-zuhause-beim-energiesparen-hilft_id_6799023.html). Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Umschau-Quicktipp ] UMSCHAU-QUICKTIPP: *Wie sicher ist Smart Home?* <http://www.mdr.de/umschau/quicktipp/quicktipp-726.html>
- [Wikipedia 2017a] WIKIPEDIA: *Ambient Assisted Living* — *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. [https://de.wikipedia.org/wiki/Ambient\\_Assisted\\_Living](https://de.wikipedia.org/wiki/Ambient_Assisted_Living). Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Wikipedia 2017b] WIKIPEDIA: *Digital-Gipfel* — *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Digital-Gipfel&oldid=166371632>. Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Wikipedia 2017c] WIKIPEDIA: *Intelligentes Wohnen* — *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligentes\\_Wohnen&oldid=166752880](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligentes_Wohnen&oldid=166752880). Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Wikipedia 2017d] WIKIPEDIA: *Lars Hinrichs* — *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Lars\\_Hinrichs&oldid=168482331](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Lars_Hinrichs&oldid=168482331). Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28
- [Wikipedia 2017e] WIKIPEDIA: *Smart Home* — *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*. [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Smart\\_Home&oldid=168227952](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Smart_Home&oldid=168227952). Version: 2017. – Zuletzt besucht: 2017-08-28