



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR  
INFORMATIK

## Master-Arbeit

### Usability von Smart Home

Daniel Bose

Magdeburg, 19.11.2019

Betreuer: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Erstgutachter: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Zweitgutachter: Prof. Dr. Mesut Güneş

## **Abstract**

Smart Home und die Vernetzung der alltäglichen Dinge sind aus der heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Diese Masterarbeit untersucht die Usability von Smart Home bezogen auf die Ziele Steigerung des Komforts, der Sicherheit und der Energieeffizienz und Automatisierung von Abläufen anhand der Smart Home Lösung „Magenta SmartHome“ der Deutschen Telekom. Dazu werden unter anderem die geschichtliche Entwicklung des Internet betrachtet, verschiedene Definitionen zum Internet der Dinge und Usability aufgestellt sowie Usability Methoden, Design Prinzipien nach Donald Norman und Design Thesen nach Dieter Rahms auf die Smart Home Lösung der Deutschen Telekom angewendet. Schwerpunkt bildet die Durchführung eines Usability Test und dessen Evaluation. Im Ergebnis bietet Smart Home viele Vorteile, die für eine Nutzung von Smart Home und dessen Zielerreichung sprechen. Jedoch wird auch deutlich, dass auf diesem Gebiet noch weitere Entwicklungen und Verbesserungen notwendig sind.

# Inhaltsverzeichnis

Abstract .....	ii
Inhaltsverzeichnis.....	iii
Abbildungsverzeichnis .....	v
Tabellenverzeichnis.....	vi
Abkürzungsverzeichnis .....	vii
1 Einleitung .....	1
2 Grundlagen.....	3
2.1 Die Entwicklung des Internets .....	3
2.2 Fortschritte in der Herstellung von Mikroprozessoren.....	5
2.3 Visionen zu Internet of Things IoT .....	7
2.3.1 Ubiquitous Computing .....	8
2.3.2 Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge .....	11
2.4 Definition von IoT.....	11
2.4.1 Definitionen aus Literatur, Wirtschaft und Politik.....	11
2.4.2 Zusammenfassung.....	14
2.5 IoT-Bestandteile .....	14
2.5.1 Sensoren .....	14
2.5.2 Aktoren.....	15
2.6 Kommunikationstechnologien im Smart Home Umfeld.....	15
2.6.1 Anforderungen an ein IoT-Funkstandard .....	15
2.6.2 ZigBee / IEEE-802.15.4 .....	16
2.6.3 DECT ULE / ETSI TS 102 939 .....	17
2.6.4 WLAN / IEEE 802.11 .....	18
2.6.5 Bluetooth / IEEE 802.15.1 .....	20
2.6.6 Z-Wave / ITU-T G.9959 .....	20
2.6.7 Fazit.....	21
2.7 Usability .....	22
2.7.1 Geschichtliche Entwicklung.....	22
2.7.2 Usability nach Jakob Nielsen .....	23
2.7.3 Einführung in DIN EN ISO.....	24
2.7.4 Usability nach DIN EN ISO 9421-11.....	24
2.7.5 Abgrenzung zu User Experience .....	26
2.7.6 Designprinzipien nach Donald Norman .....	27
2.7.7 Was ist gutes Design .....	28
2.8 Usability-Methoden.....	32

---

2.8.1	Personas.....	34
2.8.2	Usability Test / Walkthroughs.....	36
3	IoT: Einsatzbereiche, Smart Home, Produkte .....	39
3.1	IoT Einsatzbereiche.....	39
3.2	Smart Home .....	40
3.2.1	Smart Home Produkte & Services.....	44
3.2.2	Zuordnung der Produktkategorien zu Smart Home Zielen .....	46
3.2.3	Automatisierung von Prozessen .....	48
4	Usability von Smart Home .....	50
4.1	Usability Test und Persona.....	51
4.2	Ablauf des Tests .....	53
4.3	Aufgaben des Tests .....	53
4.4	Betrachtung der Smart Home Geräte mit Hilfe der Design Thesen nach Rams .....	54
4.5	Wirtschaftliche Betrachtung der Smart Home Lösung .....	54
5	Evaluation .....	55
5.1	Magenta SmartHome.....	55
5.1.1	Smart Home Dienst .....	55
5.1.2	Smart Home App.....	58
5.2	Usability Test .....	59
5.2.1	Installationsphase .....	59
5.2.2	Nutzungsphase .....	61
5.2.3	Erweiterung .....	63
5.2.4	Usability Ergebnis .....	64
5.2.5	Fazit zur Usability von Smart Home .....	68
5.3	Analyse der Smart Home Geräte unter Anwendung der Design Thesen nach Rams..	70
5.3.1	Smart-Home-Lampen.....	70
5.3.2	Fenster- und Türsensoren .....	74
5.3.3	Fazit zur Betrachtung der Produkte anhand der Thesen.....	76
5.4	Wirtschaftliche Betrachtung von Smart Home .....	76
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	79
7	Literatur.....	81
A	Anhang .....	90
	Selbstständigkeitserklärung.....	95

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1 Anteil der privaten Haushalte in Deutschland mit Personal Computern von 2000 bis 2018 .....	10
Abbildung 2.2: Anwendungsrahmen der Usability (nach DIN EN ISO 9241-11, 1999) aus Sarodnick, F. und Brau, H. (2011). Methoden der Usability Evaluation .....	25
Abbildung 2.3: Abgrenzung Usability und User Experience .....	27
Abbildung 3.1: LG DIOS R-S73CT der erste intelligente Kühlschrank.....	41
Abbildung 3.2: Smart Home Ziele und Gegenargumente – Eigene Abbildung Daniel Bose .....	43
Abbildung 3.3: Anwendungsrahmen der Usability von Smart Home in Anlehnung an Abbildung 2.2: Anwendungsrahmen der Usability (nach DIN EN ISO 9241-11, 1999) aus Sarodnick, F. und Brau, H. (2011). Methoden der Usability Evaluation Abbildung 2.2 .....	44
Abbildung 3.4: Beispielhafte Darstellung eines Smart Home Systems von Bosch .....	45
Abbildung 3.5: Umfrage zum Einsatz von oder Interesse an Smart Home Geräten .....	46
Abbildung 4.1: Übersicht der 3 Phasen mit den zugehörigen Aufgaben- Eigene Abbildung:Daniel Bose.....	51
Abbildung 5.1: QIVICON System .....	56
Abbildung 5.2: Vier zentrale Komponenten von Magenta SmartHome .....	57
Abbildung A 1: Startbildschirm Magenta SmartHome App .....	91
Abbildung A 2: Menü Magenta SmartHome App .....	91
Abbildung A 3: Übersicht der Geräte im Raum Wohnzimmer .....	92
Abbildung A 4: Szene bearbeiten (1).....	92
Abbildung A 5: Szene bearbeiten (2).....	93
Abbildung A 6: Regeln zur Automatisierung.....	93
Abbildung A 7: Alarmsystem .....	94

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: ZigBee technische Spezifikationen im Überblick .....	17
Tabelle 2.2: DECT ULE technische Spezifikationen im Überblick.....	18
Tabelle 2.3: Übersicht WLAN-Standards .....	19
Tabelle 2.4: Frequenzbereich und maximale Übertragungsdaten für IEEE 802.11 Standards ...	19
Tabelle 2.5: Z-Wave technische Spezifikationen im Überblick.....	21
Tabelle 2.6: Wichtige Usability-Methoden nach RICHTER und FLÜCKIGER - Einsatzzeitpunkt ergänzt .....	34
Tabelle 2.7: Kategorisierung der Personas.....	35
Tabelle 3.1: IoT Anwendungsfälle 2019 nach Kategorien.....	40
Tabelle 3.2: Anforderungen an Smart Home Lösungen.....	43
Tabelle 3.3: Zuordnung der Produktkategorien zu den Zielen – Daniel Bose .....	48
Tabelle 4.1: Persona der Testperson .....	52
Tabelle 4.2: Ausstattung Testwohnung .....	54
Tabelle 5.1: Basisausstattung für Beispielwohnung.....	77
Tabelle 5.2: Preisübersicht für Smart Home Geräte und analoger Zwilling .....	78
Tabelle A 1: Vergleich der Verbreitung von IoT-Projekten in Unternehmen nach Kategorie in den Jahren 2018 und 2019 .....	90

---

## Abkürzungsverzeichnis

ARPA	Advanced Research Projects Agency
ARPANET	ARPA Network
BWL	Betriebswirtschaftslehre
DECT	Digital Enhance Cordless Telecommunications
DIN	Deutsche Institut für Normung
EN	Europäische Normen
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EUnet	European UNIX Network
GA	Gebäudeautomation
IoT	Internet of Things
ISO	International Organization for Standardization
KT	Kommunikationstechnologie
NCP	Network Control Protocol
NSFNET	National Science Foundation Network
PC	Personal Computer
RFID	radio-frequency identification
TCP	Transmission Control Protocol
ULE	Ultra Low Energy
UX	User Experience
WWW	World Wide Web

---

# 1 Einleitung

---

Im Zeitalter immer kleiner werdender Mikroprozessoren und Mikrocontrollern, gibt es einen Markt mit einer Vielzahl an neuen Lösungen in verschiedenen Geschäftsfeldern im Internet der Dinge (engl. Internet of Things). Der technologische Fortschritt in der Herstellung von Mikrocontrollern und die zunehmende Vernetzung der Menschheit von Alltagsgegenständen ermöglichen das Internet der Dinge. Dennoch steht die Technologie immer noch am Anfang ihrer Entwicklung. Die Visionen hinter der Vernetzung von alltäglichen Dingen stammen dabei jedoch schon aus der Mitte des letzten Jahrhunderts. Diese Visionen scheinen nun immer mehr Realität zu werden. Immer mehr Maschinen, Häuser, Wohnungen, Fahrzeuge oder auch Menschen sind mit Sensoren ausgerüstet, welche Informationen sammeln, ihren Status melden, Anweisungen erhalten oder basierend auf den gesammelten Informationen selbständig Aktionen auslösen. Die Anzahl der vernetzten Dinge nimmt von Jahr zu Jahr zu. Laut Schätzung des Marktforschungsinstitutes Gartner Inc. aus 2017 werden weltweit im Jahr 2020 bis 20,4 Milliarden Geräte weltweit miteinander vernetzt sein.<sup>1</sup> Die Prognose zum Umsatz im Internet der Dinge beläuft sich über alle Branchen hinweg in Deutschland auf 50,1 Milliarden Euro.<sup>2</sup> Diese Zahlen erzeugen in der Wirtschaft große Aufmerksamkeit. Auch im Bereich von Smart Home-Anwendungen sind die Marktprognosen positiv. Bis zum Jahr 2020 soll die Zahl deutscher Haushalte mit Smart Home-Anwendungen auf 2,4 Millionen ansteigen. Aber Angesichts der Gesamtzahl deutscher Haushalte in Höhe von ca. 40. Millionen, sind dann gerade mal 6% aller deutschen Haushalte mit Smart Home-Anwendungen ausgestattet. Damit ist die Verbreitung in Deutschland im Vergleich zu den USA, wo bis 2020 ca. 19% aller Haushalte Smart Home-Anwendungen einsetzen, recht überschaubar.<sup>3</sup> Die zurückliegende Studie stammt aus dem Jahr 2015. Aktuellere Studien (2018) zeigen, dass der Markt schneller wächst und bereits 2018 16% der Deutschen mindestens eine Smart Home Anwendung einsetzen.<sup>4</sup> Aus weiteren Umfragen geht hervor, dass nur 54% der Nutzer in Deutschland wirklich mit den Smart Home Lösungen zufrieden sind und diese weiterhin verwenden. 33% sind jedoch nur teilweise mit den Lösungen zufrieden, 4% haben die Erfahrung gemacht, dass sich die Lösung nicht bewährt hat und 9% haben noch keine Erfahrungen sammeln können und sind demzufolge nicht in der Lage Angaben zu machen.<sup>5</sup> Viele Nutzer geben an, dass ihre Motivation für die Nutzung von Smart Home Lösungen zusätzlicher Komfort (56%), mehr Sicherheit (49%), und das Einsparpotenzial von Strom und

---

<sup>1</sup> Vgl. Gartner: Prognose zur Anzahl der vernetzten Geräte im Internet der Dinge (IoT) weltweit in den Jahren 2016 bis 2020 (in Millionen Einheiten). (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/537093/umfrage/anzahl-der-ernetzten-geraete-im-internet-der-dinge-iot-weltweit/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).

<sup>2</sup> Vgl. Deloitte: Prognose zum Umsatz mit dem Internet der Dinge (IoT) in Deutschland von 2010 bis 2020 (in Milliarden Euro). (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/538008/umfrage/prognose-zum-umsatz-mit-dem-internet-der-dinge-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).

<sup>3</sup> Vgl. Statista Digital Market Outlook (<https://de.statista.com/infografik/3910/smart-home-prognose-fuer-ausgewahlte-maerkte/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).

<sup>4</sup> Vgl. Deloitte: Smart Home Consumer Survey 2018. Ausgewählte Ergebnisse für den deutschen Markt ([https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte\\_TMT\\_Smart\\_Home\\_Studie\\_18.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte_TMT_Smart_Home_Studie_18.pdf), zuletzt aufgerufen am 05.10.2019), S. 7.

<sup>5</sup> Vgl. ebd., S. 12.

Heizungskosten (38%) ist. Die Gegensprecher sagen, dass die Lösungen noch zu teuer sind (38%), es am Datenschutz mangelt (33%), die Technologie noch nicht ausgereift ist (22%), kein Mehrwert erkennbar ist (21%) und die Installation (21%) und die Bedienung (15%) zu kompliziert ist.<sup>6</sup>

Wie aus Studien hervor geht, gibt es Gründe für und gegen den Einsatz von Smart Home-Lösungen. Das Hauptziel dieser Arbeit ist es Smart Home Produkte und eine Dienstleistung zu untersuchen, um festzustellen, ob die Argumente sich bewahrheiten. Dabei wird besonders die Usability (zu Deutsch Gebrauchstauglichkeit) von Smart Home Lösungen betrachtet. Des Weiteren soll die Arbeit dazu dienen dem Leser einen besseren Überblick über Vorteile und Nachteile von Smart Home, sowie ein besseres Verständnis der Technologie zu verschaffen.

Hierzu werden zunächst die Definitionen des Begriffs Internet of Things betrachtet, sowie die geschichtlichen Hintergründe, die das Konzept erst ermöglichen haben. Ergänzend werden noch die Technologien, die beim Internet der Dinge verwendet werden, erläutert. Anschließend erfolgt die Einordnung des Smart Home, sowie ergänzend eine kurze Betrachtung weiterer IoT-Geschäftsfelder. Um die Usability festzustellen werden ebenfalls die Definitionen des Begriffs Usability betrachtet und von dem Begriff User Experience abgegrenzt. Auch hierzu erfolgt ein kurzer historischer Abriss und die Abgrenzung zum Begriff User Experience. Im Anschluss wird aus den gängigen Usability Definitionen ein Test konzeptioniert, mit dem Ziel diesen auf bestehende Smart Home-Lösungen anzuwenden, und festzustellen, ob die Usability gegeben ist, also der Nutzer mit der Lösung seine Ziele, bzw. die vorgegeben „Smart-Home-Ziele“ umsetzen kann, sowie Probleme von Smart Home-Lösungen aufzudecken und Verbesserungsvorschläge aufzuzeigen.

---

<sup>6</sup> Vgl. ebd., S. 14–15.

# 2 Grundlagen

Dieses Kapitel zeigt einen kurzen historischen Abriss, warum das Internet der Dinge möglich ist. Dabei werden die Entwicklung des Internets und die Fortschritte in der Herstellung von Mikroprozessoren als eine der tragenden Entwicklungen betrachtet, welche das Internet der Dinge ermöglichen.

## 2.1 Die Entwicklung des Internets

Die Entwicklung des Internets geht auf die 1960er Jahre zurück. Eine Gruppe von Visionären sah ein großes Potenzial darin Computer in einem Netzwerk zum Austausch von Informationen mit einander zu verbinden.<sup>7</sup> Am 4. Oktober 1957 brachte die damalige Sowjetunion den ersten Satelliten Sputnik in die Erdumlaufbahn.<sup>8</sup> Zu Zeiten des Kalten Krieges war die Vorstellung technologisch gegenüber der Sowjetunion im Nachteil zu sein für die Führungsregie der USA ein Schock.<sup>9</sup> Daraufhin gründet der Präsident, Dwight D. Eisenhower, am 7. Februar 1958 das Advanced Research Projects Agency (ARPA).<sup>10</sup>

BRAUN führt auf, dass es zu jener Zeit noch keine Personal Computer (PC) gab, sondern Großrechner, welche in wenigen Rechenzentren standen. Diese Rechner ließen sich jeweils über ein Terminal bedienen. So benötigte jeder Großrechner ein eigenes Terminal. Die ARPA-Mitarbeiter stellten Überlegungen an, um Möglichkeiten zu finden auf geografische verteilte Großrechner über ein beliebiges Terminal zuzugreifen. Unabhängig von ARPA entwickelten mittlerweile auch andere Wissenschaftler Konzepte für Kommunikationsnetze. 1967 fand ein ACM-Symposium zum Ideenaustausch zwischen Mitarbeitern vom Imperial College und der ARPA statt. Aus den Vorträgen und vorgestellten Konzepten ging 1969 das erste Kommunikationsnetzwerk, das ARPA Network (ARPANET), hervor, welches die vier Universitäten Stanford Research Institute, University of Utah, University of California, Los Angeles und die University of California, Santa Barbara miteinander verband.<sup>11</sup>

Das ARPANET war nicht öffentlich zugänglich und war lediglich für Wissenschaftler, Bibliothekare und Computerexperten für Forschung, Lehre und militärische Zwecke zugänglich.<sup>12</sup> Als nächster Schritt wurde eine Arbeitsgruppe rund um das ARPANET gegründet, welche das damalige Internet mit der Entwicklung von standardisierten Kommunikationsprotokollen, wie dem Network Control Protocol (NCP, Vorläufer des Transmission Control Protocol (TCP) und ersten Anwendungen, wie einer E-Mail Software (erste

<sup>7</sup> Vgl. Uckelmann, Dieter/Harrison, Mark/Michahelles, Florian: Architecting the Internet of Things. Berlin, Heidelberg 2011, S. 65.

<sup>8</sup> Vgl. Norris, Pat: Spies in the Sky. Surveillance Satellites in War and Peace. Berlin 2007, S. 1.

<sup>9</sup> Vgl. Braun, Torsten: Geschichte und Entwicklung des Internets. In: Informatik-Spektrum 33 (2010), S. 201–207, hier: S. 201.

<sup>10</sup> Vgl. ARPA-DARPA: The History of the Name

([https://web.archive.org/web/20070407064829/http://www.darpa.mil/body/arpa\\_darpa.html](https://web.archive.org/web/20070407064829/http://www.darpa.mil/body/arpa_darpa.html), zuletzt aufgerufen am 26.06.2019); Braun, Geschichte und Entwicklung des Internets [wie Anm. 9], S. 201.

<sup>11</sup> Vgl. Braun, Geschichte und Entwicklung des Internets [wie Anm. 9], S. 201–203.

<sup>12</sup> Vgl. Uckelmann/Harrison/Michahelles, Architecting the Internet of Things [wie Anm. 7], S. 65.

versendete E-Mail, 1971)<sup>13</sup> weiter entwickelte.<sup>14</sup> Weltweit entwickelten sich aus dem ARPANET verschiedene Wissenschaftsnetze. In Nordamerika wurde das National Science Foundation Network (NSFNET) entwickelt und in Europa das European UNIX Network (EUnet), welche dann zum Internet zusammengeschlossen wurden.<sup>15</sup>

Der weltweite Durchbruch des Internets konnte durch die Entwicklung des World Wide Web (WWW) gefeiert werden.<sup>16</sup> Das WWW wurde 1989 von Tim Berners-Lee entwickelt und 1991 wurde der Zugang des Internets durch das NSFNET öffentlich gemacht. Somit stand das Internet auch privaten und kommerziellen Nutzern zur Verfügung.<sup>17</sup> Das Internet stellt dabei lediglich die Infrastruktur da, wird aber dennoch häufig als Synonym für das WWW verwendet.<sup>18</sup> Das WWW ist hingegen zum Internet eine Anwendung oder ein Dienst, welcher über das Internet verwendet werden kann. In Deutschland hat sich der Begriff Internet als allgemein anerkannter Begriff für das WWW etabliert. Heute wird das Internet von 1991 auch als Web 1.0 bezeichnet. Im Web 1.0 stand dennoch lediglich das Anbieten von Produkten und Informationen im Fokus. So entwickelten sich zu Beginn des Web 1.0 eine B2C Beziehung, in der die breite Masse Konsument von Inhalten oder Produkten im Internet war. Firmen wie Amazon oder eBay wurden in der Zeit des Web 1.0 gegründet und stellten ihre Webseiten online.<sup>19</sup>

Die nächste Entwicklungsstufe des Internets war das Web 2.0 oder auch Social Web genannt.<sup>20</sup> Diese Stufe ermöglichte die Vernetzung der Menschen<sup>21</sup>. Erstmals waren Nutzer nicht nur Konsumenten des Internets, sondern sie wurden in die Lage versetzt selbst Inhalte als Produzenten zu generieren. Besonders sind hier Plattformen, wie das Videoportal YouTube oder die Social-Media-Plattformen Facebook und Twitter zu erwähnen. Durch diese Webdienste haben sich neue Geschäftsmodelle entwickelt, mit denen Nutzer Inhalte, wie z.B. Gaming Videos, Produktempfehlungen, Blogs auf Plattformen online stellen und durch die Maße der Klicks ihren Lebensunterhalt verdienen können. Diese Nutzer, die mit Inhalten ihren Lebensunterhalt finanzieren können, werden als Influencer bezeichnet. Sie haben oftmals durch ihre Persönlichkeit oder ihren Inhalt eine große Reichweite aufgebaut, das heißt sie erreichen mit Ihren Videos, Posts oder Blogs eine gewisse Zuschauerzahl, welche die Inhalte des Influencer konsumiert. Diese Persönlichkeiten sind für Firmen lukrativ, denn so können Firmen ihre Produkte und Dienstleistungen über den Influencer der breiten Masse bekannt machen, wodurch sich der Umsatz der Firmen erhöht.<sup>22</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Computer: Hintergrund: E-Mail, Chat, Pinnwand und Co. (<https://www.zeit.de/news-112010/16/iptc-bdt-20101116-279-27300958xml>, zuletzt aufgerufen am 26.06.2019).

<sup>14</sup> Vgl. Braun, Geschichte und Entwicklung des Internets [wie Anm. 9], S. 203.

<sup>15</sup> Vgl. ebd., S. 204.

<sup>16</sup> Vgl. Uckelmann/Harrison/Michahelles, Architecting the Internet of Things [wie Anm. 7], S. 65.

<sup>17</sup> Vgl. Braun, Geschichte und Entwicklung des Internets [wie Anm. 9], S. 205.

<sup>18</sup> Vgl. Online, FOCUS: Internet versus World Wide Web ([https://www.focus.de/digital/internet/internetgeschichte/tid-13637/vor-20-jahren-internet-versus-world-wide-web\\_aid\\_379722.html](https://www.focus.de/digital/internet/internetgeschichte/tid-13637/vor-20-jahren-internet-versus-world-wide-web_aid_379722.html), zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

<sup>19</sup> Vgl. Web 1.0 - die 1. Version des Web (<https://www.internet-fakten.de/internet-geschichte/web-1-0/>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

<sup>20</sup> Vgl. Uckelmann/Harrison/Michahelles, Architecting the Internet of Things [wie Anm. 7], S. 66.

<sup>21</sup> Vgl. Duschinski, Hannes: Web 2.0. Chancen und Risiken für die Unternehmenskommunikation. Zugl.: Wiesbaden, Fachhochsch., Diplomarbeit, 2007. Hamburg 2007, S. 9.

<sup>22</sup> Vgl. Nirschl, Marco/Steinberg, Laurina: Einstieg in das Influencer Marketing. Grundlagen, Strategien und Erfolgsfaktoren. Wiesbaden 2018, S. 19–24.

Das Web 3.0 wird als das semantische Web bezeichnet und geht ebenfalls, wie das WWW, auf Tim Berners-Lee zurück.<sup>23</sup> Der Schwerpunkt liegt darin, die von Menschen erzeugten Informationen mit einer Beschreibung zu versehen, damit die Bedeutung der Informationen für Computer und Maschinen eindeutig sind und von diesen verarbeitet werden können. Für die Nutzer entsteht daraus der Vorteil, dass die richtigen Informationen, welche abgefragt werden oder interessant sind, für den Nutzer zugänglich werden.<sup>24</sup> Ein Beispiel dafür ist im E-Commerce zu finden. Den Produkten werden Metadaten zugeordnet, mit deren Hilfe eine intelligente Verknüpfung von ähnlichen Produkten oder Zusatzprodukten ermöglicht wird. Dadurch können dem Nutzer weiter Produktempfehlungen ausgesprochen werden. Kritisch ist die Tatsache, dass durch das Web 3.0 die Situation entstehen kann, dass Nutzer bevormundet werden und sie die Informationen bekommen, die ihnen Computer vorgeben.

Das Web 4.0 soll die nächste Entwicklungsstufe des Webs darstellen. Eine allgemeingültige Definition zum Web 4.0 gibt es noch nicht und auch die Meinungen, was das Web 4.0 ausmacht und welche neuen Dienste und Inhalte es umfasst, gehen weit auseinander. Es gibt Quellen und Aussagen, dass das Web 4.0 intelligente Technologien, wie dem Internet der Dinge miteinander vernetzt und die Kommunikation der Technologien automatisiert.<sup>25</sup> Andere Quellen verlauten, dass das Web 4.0 Inhalte um die Thematik der künstlichen Intelligenz beinhaltet und das Internet der Dinge noch zum Web 3.0 zugeordnet werden kann.<sup>26</sup>

Die vorliegende Arbeit versucht nicht die Inhalte und Definitionen des Web x.0 exakt zu bestimmen und einzuordnen, bzw. das Internet der Dinge einer bestimmten Generation zuzuweisen. Es soll lediglich aufgezeigt werden, dass das Internet in den vergangenen Jahrzehnten einen massiven Wandel durchlebt hat. Es entwickelte sich von einem kleinen geschlossenen Netz, welches nur für Forschungszwecke und Militär zugänglich war, über die Öffnung des Internets für die breite Masse als Konsument, dann auch als Produzent, bis hin zum Semantik Web, dem Internet der Dinge und der künstlichen Intelligenz.

## 2.2 Fortschritte in der Herstellung von Mikroprozessoren

Neben der Entwicklung des Internet und der damit aufkommenden Vernetzung der Menschheit, ist es noch einer weiteren Entwicklung zu verdanken, dass nahezu unsichtbare Sensoren, Aktoren und IoT-Geräte existieren, dem Fortschritt in der Herstellung von immer kleineren Mikroprozessoren.

Dieses Kapitel fasst kurz die geschichtliche Entwicklung der Mikroprozessoren zusammen. Dabei wird die Geschichte der Computer in drei Phasen unterteilt. Die erste Phase wird als die Phase der Großrechner bezeichnet. Die Zweite Phase ist die Ära der Personal Computer, in der der Computer auch in private Haushalte einzog und so der breiten Masse zugänglich war. Und die

---

<sup>23</sup> Vgl. Web 3.0 – Das semantische Web (<http://www.gironimo.org/webentwicklung/web-3-0-das-semantische-web.html>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

<sup>24</sup> Vgl. Web 3.0 Begriffserklärung & Definition (<https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/w/web-3-0/>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

<sup>25</sup> Vgl. Kollmann, Tobias: »Grundlagen des Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 und Web 4.0«. In: Handbuch Digitale Wirtschaft, hrsg. von Tobias Kollmann. Wiesbaden 2019, S. 1–23, hier: S. 19–21.

<sup>26</sup> Vgl. Web 1.0 bis 4.0: Von Websites über Semantik zur künstlichen Intelligenz › BASECAMP (<https://www.basecamp.digital/web-1-0-bis-4-0-von-websites-ueber-semantik-zur-kuenstlichen-intelligenz/>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

dritte Phase beschreibt die Allgegenwärtigkeit von Computern (Ubiquitäres Computing) und dem Aufkommen von Embedded System (zu Deutsch „eingebettete Systeme“).<sup>27</sup>

Phase 1: Die ersten Computer gab es bereits lange vor den ersten Mikroprozessoren.<sup>28</sup> Es dauerte noch bis zum Jahr 1941, bis der erste Digitalrechner, die Zuse Z3, von Konrad Zuse am 12. Mai 1941 Wissenschaftlern in Berlin vorgestellt wurde.<sup>29</sup> Es ist jedoch heute international umstritten, dass die Z3 wirklich der erste Digitalrechner der Welt war, denn sie wurde im zweiten Weltkrieg durch einen Bombenangriff auf Berlin zerstört und Konrad Zuse hatte keine Beweise mehr, dass es wirklich eine voll funktionsfähige Z3 gab. Fast zeitgleich wurde der MARK I von Howard Aiken fertiggestellt.<sup>30</sup> Beide Systemen basierten auf der Relais-technik, welche jedoch bereits 1946 von auf Elektroröhren basierende Systeme abgelöst worden.

WÜST führt in seinem Buch auf, dass ein bekannter Vertreter aus dieser Generation der COLOSSUS ist, mit welchem im zweiten Weltkrieg die Funksprüche der Deutschen U-Boote teilweise entschlüsselt werden konnten. Auch IBM baute von 1953 bis 1958 Röhrencomputer und wurde Marktführer.<sup>31</sup>

Das Problem an den Elektroröhren war, dass die Röhren sehr viel Platz benötigten und teuer waren. Durch die Erfindung des Transistors konnte das Problem gelöst werden, denn Transistoren sind viel kleiner und billiger als Röhren, können sich aber ebenso in binärer Logik schalten. Dennoch, sowohl die Röhrencomputer, als auch die ersten Computer mit Transistoren waren so groß, dass sie ganze Räume einnahmen und so teuer, dass sie für die breite Mehrheit nicht zugänglich waren. Die Rechenkapazität mussten sich viele Nutzer teilen, welche an Forschungseinrichtungen, Universitäten oder beim Militär beschäftigt waren.<sup>32</sup>

Phase 2: Die zweite Phase ist die Phase der Personal Computer, welche durch die Erfindung der Mikroprozessoren möglich wurde. Ein Mikroprozessor besteht ebenfalls aus Transistoren, bei denen jedoch alle Bausteine des Prozessors auf einem Mikrochip verbaut sind. Der von Intel hergestellte 4004 (1969) wird heute als der erste Mikroprozessor betrachtet.<sup>33</sup> Jedoch ist die Entwicklung des ersten Mikroprozessors nicht ganz eindeutig. Denn zur gleichen Zeit entwickelte das Unternehmen Texas Instruments (TI) den TMS1000, welcher als erster Mikrocontroller betrachtet wird.<sup>34</sup> Zwischen Intel und TI entbrannte ein Rechtsstreit über den Erfinder des ersten Mikroprozessors.<sup>35</sup> In der Literatur wird der 4004 von Intel dennoch nach wie vor als erster Mikroprozessor betrachtet. Die Produktion von kleinen und universell einsetzbaren

---

<sup>27</sup> Vgl. Brinkschulte, Uwe/Ungerer, Theo: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Berlin, Heidelberg 2010.

<sup>28</sup> Vgl. Wüst, Klaus: Mikroprozessortechnik. Grundlagen, Architekturen, Schaltungstechnik und Betrieb von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern ; mit 44 Tabellen. Wiesbaden 2011, S. 1–3.

<sup>29</sup> Vgl. Rechenhilfe für Ingenieure. Konrad Zuses Idee vom ersten Computer der Welt wurde an der Technischen Hochschule geboren. In: parTU - Alumni-Magazin der Technischen Universität Berlin 2 (2000), S. 7, hier: S. 7.

<sup>30</sup> Vgl. Wüst, Mikroprozessortechnik [wie Anm. 28], S. 1.

<sup>31</sup> Vgl. ebd.

<sup>32</sup> Vgl. ebd., S. 2–3.

<sup>33</sup> Vgl. ebd., S. 2.

<sup>34</sup> Vgl. Augarten, Stan/Bradbury, Ray: State of the art. A photographic history of the integrated circuit. New Haven 1983, S. 38.

<sup>35</sup> Vgl. Windeck, Christof/online, heise: Der Mikroprozessor wird 30 (<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Der-Mikroprozessor-wird-30-54145.html>, zuletzt aufgerufen am 10.11.2019).

Mikroprozessoren war wesentlich günstiger und schneller möglich als bei den bisherigen Technologien, so dass Mikroprozessoren sich weltweit durchgesetzt haben und sogar für Privatpersonenschwinglich waren. Bis heute werden für Computersysteme Mikroprozessoren verwendet und die Technologie hat sich in den vergangenen 50 Jahren stets weiterentwickelt. Mikroprozessen wurden mit der Zeit immer leistungsstärker, kleiner, aber auch günstiger, so dass im Zuge der Miniaturisierung zusätzliche Peripherie auf dem Chip implementiert werden konnte. Damit war der Mikrocontroller erfunden. Die Mikrocontroller übernehmen Steuerungs- oder Kommunikationsaufgaben.<sup>36</sup> Ihre Leistung und Ausstattung ist an die jeweilige Anwendung angepasst und sie sind in Form von eingebetteten Systemen in alltäglichen Gegenständen wie Haushaltsgeräten, Fernbedienungen, Steuergeräten für Kraftfahrzeuge oder Mobiltelefone verbaut. Sie sind im Vergleich zu Mikroprozessoren kostengünstiger, kleiner, für eine bestimmte Aufgabe konzipiert, und können einfacher in hoher Stückzahl produziert werden.<sup>37</sup>

Phase 3: Ohne die Miniaturisierung, dem Preisverfall und dem Fortschritt in der Forschung und Entwicklung der Mikroprozessortechnik wären viele Geräte, welche heute alltäglich sind und von denen die Menschheit umgeben ist, nicht denkbar. Die dritte Phase wird deshalb als Ubiquitous Computing (deutsch: ubiquitous oder ubiquitär – allgegenwärtig; Computing – rechnen) bezeichnet. Ubiquitous Computing kann mit allgegenwärtiges Rechnen oder mit die allgegenwärtige rechnergestützte Informationsverarbeitung übersetzt werden.<sup>38</sup> Der Begriff geht auf Mark Weiser zurück und bezeichnet eine Vision zum Thema Internet of Things.<sup>39</sup>

## 2.3 Visionen zu Internet of Things IoT

*„Es wird in wenigen Jahrzehnten kaum mehr Industrieprodukte geben, in welche die Computer nicht hineingewoben sind“<sup>40</sup>*

Dieses Zitat stammt von Karl Steinbuch, welches er 1966 in seinem Buch „die informierte Gesellschaft“ schrieb.<sup>41</sup> Steinbuch war Professor an der damaligen Technischen Universität in Karlsruhe und er prägte den Begriff „Informatik“, als ein deutscher Name für die Computerwissenschaften gesucht wurde. Er gilt somit als Pionier und Mitbegründer der deutschen Informatik.<sup>42</sup>

Das Zitat stammt aus einer Zeit als die Entwicklung der Mikroprozessoren noch in den Anfängen war. Aus heutiger Sicht ist die Vision von Karl Steinbuch Realität geworden. Wie in Kapitel 2.2

<sup>36</sup> Vgl. Brinkschulte/Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren [wie Anm. 27], S. 1–2.

<sup>37</sup> Vgl. ebd., S. 73–104.

<sup>38</sup> Vgl. Osterhage, Wolfgang W.: Sicherheitskonzepte in der mobilen Kommunikation. Berlin, Heidelberg 2018, S. 120.

<sup>39</sup> Vgl. Mattern, Friedemann/Flörkemeier, Christian: Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. In: Informatik-Spektrum 33 (2010), S. 107–121.

<sup>40</sup> Karl Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. 1969, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH., Stuttgart. 250 S. mit 87 Bildern. Preis DM 16,80. In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 1 (1970), S. 165, hier: o.S.

<sup>41</sup> Vgl. Software: Bosch geht ins Internet der Dinge und Dienste (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/software-hardware-und-software-verschmelzen/5714134-2.html?ticket=ST-36821818-7dwYTGEqOODyDM3Qg3h6-ap2>, zuletzt aufgerufen am 10.09.2019).

<sup>42</sup> Vgl. Technologie, Karlsruher Institut fuer: KIT - PI 2017 ([https://www.kit.edu/kit/pi\\_2017\\_mitbegruender-der-informatik-zum-100-geburtstag-von-karl-steinbuch.php](https://www.kit.edu/kit/pi_2017_mitbegruender-der-informatik-zum-100-geburtstag-von-karl-steinbuch.php), zuletzt aufgerufen am 10.09.2019).

erläutert, ist die Menschheit bereits allgegenwärtig von mikroelektronischengestützten Geräten umgeben. Steinbuch war allerdings nicht der einzige Visionär im Umfeld der Informatik, der eine Idee zur Zukunft der Menschheit im Zusammenleben mit Computern veröffentlichte.

### 2.3.1 Ubiquitous Computing

MARK WEISER wird als Vater des Terms „Ubiquitous Computing“ bezeichnet, welchen er 1988 erstmalig verwendete<sup>43</sup> und 1991 in seinem Aufsatz „The Computer for the 21st Century“ veröffentlichte<sup>44</sup>. WEISER wurde 1952 im Bundesstaat Illinois der Vereinigten Staaten von Amerika geboren. Er studierte Informatik und Kommunikationswissenschaften an der University of Michigan (M.A 1976; Ph.D. 1979). 1987 nahm Weiser seine Tätigkeit als Wissenschaftler am Forschungszentrum Xerox in Palo Alto, Kalifornien, kurz PARC, auf.<sup>45</sup>

In seinem Aufsatz beschreibt WEISER die Zukunft des 21. Jahrhunderts. Nach seinen Vorstellungen rücken Computer im 21. Jahrhundert in den Hintergrund und werden von Anwendern nicht mehr wahrgenommen. Computer werden somit unsichtbar und sind in alltägliche Gegenstände eingebettet. Sie sind demnach allgegenwärtig, also ubiquitär und haben die Aufgabe den Menschen zu unterstützen, so dass der Mensch sich auf die Dinge konzentrieren kann, die wirklich wichtig sind.<sup>46</sup>

Folgendes Zitat von WEISER markiert den Anfang seines Artikels und ist zugleich die Kernaussage dessen. „The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.“<sup>47</sup> (Erst wenn Technologie verschwindet, also so alltäglich wird, bis sie von gewöhnlichen Dingen nicht mehr zu unterscheiden ist, erst dann ist sie allumfassend). Die Computer der Zukunft werden aus seiner Sicht ubiquitär, also allgegenwärtig. Die Technologie rückt in den Hintergrund des Alltags und ist für den Menschen selbstverständlich und wird nicht mehr als etwas „Außergewöhnliches“ wahrgenommen. Dabei ist die Technologie nicht unsichtbar, sondern sie bedarf so wenig Aufmerksamkeit, dass der Mensch sie nicht mehr bewusst wahrnimmt und darüber nachdenkt, wie sie funktioniert und wie sie bedient wird. Sie soll den Menschen dabei permanent in seinem Alltag unterstützen, aber dennoch in unauffälliger Art und Weise. Die Technologie verschmilzt mit dem alltäglichen Leben, bis sie davon nicht mehr zu unterscheiden ist.

WEISER und sein Team erhofften sich mit Ubiquitous Computing zwei Ziele zu erreichen. Zum einem, wie bereits erwähnt, den Menschen bei der Bewältigung von Routineaufgaben zur unterstützen und zum anderen, dass die Technologie nicht nur durch eine technisch versierte Gruppe von Personen genutzt wird, sondern die Verbreitung über alle gesellschaftlichen Gruppen hinweg geschieht.<sup>48</sup> Dennoch bleibt die hundertprozentige Erfüllung der Ziele bis heute wünschenswert, denn nach wie vor muss der Umgang und die Bedienung mit Computern weiterhin erlernt werden und gänzlich in den Hintergrund gerückt sind die Computer nach wie

---

<sup>43</sup> Vgl. Die Vision des Mark Weiser (<https://iw4u.wordpress.com/2008/03/16/die-vision-des-mark-weiser/>, zuletzt aufgerufen am 20.06.2019).

<sup>44</sup> Vgl. Weiser, Mark: The Computer for the 21st Century. In: Scientific american 265 (1991), 94–105.

<sup>45</sup> Vgl. Weiser biography (<http://web.stanford.edu/dept/SUL/library/extra4/weiser/Bio.html>, zuletzt aufgerufen am 17.06.2019).

<sup>46</sup> Vgl. Weiser, The Computer for the 21st Century [wie Anm. 44], S. 94.

<sup>47</sup> Ebd.

<sup>48</sup> Vgl. Friedewald, Michael: »Ubiquitous Computing. Ein neues Konzept der Mensch-Computerinteraktion und seine Folgen«. In: Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung, hrsg. von Hans Dieter Hellige. Bielefeld 2008, S. 259–280, hier: S. 265.

vor nicht. Aber im Gegensatz zu Zeiten des Mainframes und zu Beginn der Personal Computer Ära, hat die Verbreitung von Computern (auch in verschiedenen Formen) sämtliche gesellschaftliche Gruppen durchbrochen. Heutzutage kann sich nahezu jeder Mensch zumindest in den Industriestaaten ein Smartphone leisten.

Anhand einer Statistik des Statistisches Bundesamtes<sup>49</sup> wird deutlich wie sich Ausstattung privater deutscher Haushalte entwickelt hat (Siehe Abbildung 2.1). Im Jahr 2000 waren laut statistischem Bundesamt gerademal 47,3% der privaten Haushalte in Deutschland mit einem PC (davon 45,6% stationäre Geräte und 5,5% mobile Geräte) ausgestattet. Im Gegensatz dazu waren 2018 bereits 90,4% der Haushalte mit einem PC (44,2% stationär, mobil 81,2%) ausgestattet. In den Endgeräten inbegriffen sind auch Tablets, aber aus der Statistik geht nicht weiter hervor, welche Geräte als PC gelten, wie viele PC pro Haushalt existieren und wo die Schwelle zwischen stationären und mobilen Geräten liegt. Aus der Statistik lässt sich trotz alle dem ableiten, dass der PC in privaten Haushalten starkverbreitet ist, und dass sich das Nutzerverhalten bzw. die Anforderungen an PCs geändert haben, weg von stationären hinzu mobilen Endgeräten. Und das zumindest in den Industriestaaten, die Menschen mit dem Internet, Smartphones, Computern und digitalen Dienstleistungen alltäglich umgeben sind und die heutigen Generationen in dieser digitalen Welt aufwachsen. Den Menschen fällt es heutzutage auch leichter den Umgang und die Bedienung mit den Computern und Co. zu erlernen.

---

<sup>49</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt: Anteil der privaten Haushalte in Deutschland mit Personal Computern von 2000 bis 2018 (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160925/umfrage/ausstattungsgrad-mit-personal-computer-in-deutschen-haushalten/>, zuletzt aufgerufen am 12.09.2019).

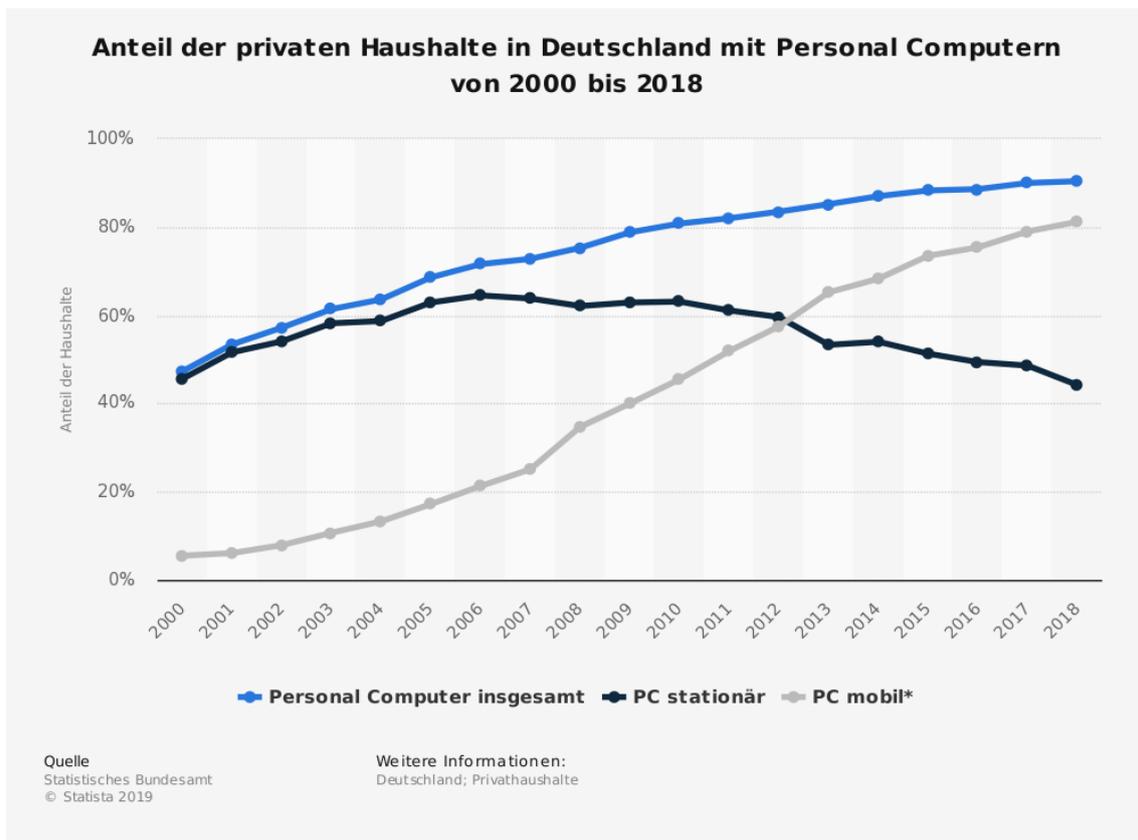


Abbildung 2.1 Anteil der privaten Haushalte in Deutschland mit Personal Computern von 2000 bis 2018<sup>50</sup>

Zum Abschluss des Kapitels werden noch die Anforderungen, die ein ubiquitäres System erfüllen muss, um nach WEISER als Ubiquitous Computing zu gelten, aufgelistet<sup>51</sup> und aus heutiger Sicht betrachtet.

Ubiquitäre Computer sind klein, preiswert und stromsparend, besitzen benutzerfreundliche Bildschirme, ein Netzwerk, das alle Computer miteinander verbindet, und Softwaresysteme zur Implementierung von allgegenwärtigen Anwendungen. Heute sind kleine Computer in Form von eingebetteten Systemen kein Problem mehr. Sie werden in reale Alltagsgegenständen beliebiger Gestalt integriert. Auch der Energieverbrauch hält sich im Rahmen, so können Sensoren aus dem Smart Home-Bereich, die mit einem Netzwerk verbunden und mit einer Batterie ausgestattet sind bis zu einem Jahr und länger in Betrieb sein. Benutzerfreundliche Bildschirme kommen heute in der Regel bei ubiquitären Computern oder eingebetteten Systemen zwar zum Einsatz (z.B. Smart Watch, Kühlschränke, etc.), aber häufig dient das Smartphone als Benutzerschnittstelle zu den Geräten, weshalb der Bildschirm abhängig vom Gerät, nicht so relevant ist. Dafür aber umso mehr die Software, welche auf den Geräten und Smartphones eingesetzt wird. Die eingebetteten Systeme können heute autonom agieren, müssen aber im Vorfeld durch den Menschen über eine Benutzerschnittstelle (Software) konfiguriert werden. Daher ist die Software essentiell für ubiquitäre Systeme und deren Anwendungen, denn ohne würden die System ihre Aufgaben nicht

<sup>50</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt, Anteil der privaten Haushalte in Deutschland mit Personal Computern von 2000 bis 2018 [wie Anm. 49].

<sup>51</sup> Vgl. Weiser, The Computer for the 21st Century [wie Anm. 44], S. 4.

erfüllen können. Zum Preis für Computer lässt sich sagen, dass die Preise in den vergangenen Jahrzehnten gesunken sind, aber letztlich bleibt für jeden Nutzer die subjektive Meinung und Ansicht, ob etwas preiswert oder zu teuer sei. Abschließend sei noch zu erwähnen, dass die Vernetzung der Computer aus heutiger Sicht alltäglich ist und durch zahlreiche Kommunikationstechnologien und der Verfügbarkeit der entsprechenden Hardware kein Problem mehr darstellt. Es ist für den Nutzer eher das Problem durch das zahlreiche Angebot an Möglichkeiten, die bestmögliche Kombination der notwendigen Komponenten für eine gegebene Problemstellung auszuwählen.

### 2.3.2 Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge

Heute spricht die Gesellschaft nicht mehr von Ubiquitous Computing. Für die Vernetzung von Dingen, wie Maschinen, Autos, Lampen oder beispielsweise Heizungsanlagen hat sich ein anderer Begriff etabliert – das Internet der Dinge oder wie es international genannt wird – Internet of Things. Dennoch ist WEISERS Vision ein Leitbild für die Wissenschaft und Politik<sup>52</sup>, aber die Schritte zu einer allgegenwärtigen Informationsverarbeitenden Welt stecken noch in den Kinderschuhen und der Fortschritt geht nur inkrementell voran.

## 2.4 Definition von IoT

Im nachfolgenden werden einige Definitionen zu IoT vorgestellt und miteinander verglichen. An dieser Stelle sei noch anzumerken, dass diese Arbeit nicht den Anspruch eine allgemeingültige Definition für das Internet of Things zu beschreiben, erhebt. Aber dennoch mit den aufgeführten Definitionen kritisch untersucht und eine Definition für diese Arbeit festlegt.

### 2.4.1 Definitionen aus Literatur, Wirtschaft und Politik

Der Begriff Internet of Things (IoT) geht auf den britischen IT-Pionier Kevin Ashton zurück, welcher den Begriff 1999 erstmals in seiner Präsentation mit dem Titel „Internet of Things“ vor dem US-amerikanischen Konzern Procter & Gamble verwendete.<sup>53</sup> ASHTON ist Mitgründer des Auto-ID Center am Massachusetts Institute of Technology und war an der Erstellung eines internationalen Standards für radio-frequency identification (RFID) und anderen Sensoren beteiligt.<sup>54</sup> Er weist in seinem 2009 veröffentlichten Artikel daraufhin, dass der Begriff in den vergangenen 10 Jahren (1999-2009) sehr populär wurde, aber dennoch oftmals missinterpretiert wurde. Es folgten viele Versuche den Begriff IoT zu definieren.

Im Jahr 2000 stellte KEVIN ASHTON ET AL. eine Vision von IoT vor, ohne dabei den Begriff von IoT zu verwenden, als:

*“a world in which all electronic devices are networked and every object, whether it is physical or electronic, is electronically tagged with information pertinent to that object. We envision the use of physical tags that allow remote, contactless interrogation of their contents; thus, enabling all physical objects to act as nodes in a networked physical world. The realization of our vision will yield a wide range of benefits in diverse areas*

<sup>52</sup> Vgl. Friedewald, Ubiquitous Computing [wie Anm. 48], S. 265.

<sup>53</sup> Vgl. Ashton, Kevin: That 'Internet of Things' Things. In the real world, things matter more than ideas. In: RFiD Journal (2009), S. 1.

<sup>54</sup> Vgl. Kevin Ashton (<https://www.hanser-literaturverlage.de/autor/kevin-ashton/>, zuletzt aufgerufen am 03.07.2019).

*including supply chain management and inventory control, product tracking and location identification, and human-computer and human-object interfaces.”<sup>55</sup>*

ASHTON ET AL. beschreiben, dass in der Zukunft, alle elektronischen Geräte vernetzt sind und jedes Objekt, ob physisch oder elektronisch, elektronisch mit Informationen versehen ist, die für dieses Objekt relevant sind. Die elektronische Verknüpfung von Informationen und Objekt, sollte das Supply Chain Management nachhaltig verändern.

Während der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2007 wurde eine Definition entwickelt, welche der wissenschaftliche Dienst des Deutschen Bundestages auf seiner Webseite veröffentlichte.<sup>56</sup> Dort wird IoT, als „die technische Vision, Objekte jeder Art in ein universales digitales Netz zu integrieren“<sup>57</sup> definiert. Der Deutsche Bundestag führt weiter dazu aus, dass Objekte mit einer eindeutigen Identität ausgestattet sind und sich in einem intelligenten Umfeld befinden bzw. bewegen, wodurch eine Verbindung zwischen der physischen Welt der Dinge und der virtuellen Welt der Daten geschaffen wird. Somit ist es möglich, dass „zahlreiche Alltagsgegenstände wie z.B. Autos, Konsumgüter, Stromzähler, Objekte im Gesundheitswesen oder sogar Kleidungsstücke über das Netz angesteuert werden und selbstständig miteinander kommunizieren können.“<sup>58</sup>

Wie schon Mark Weiser im Ubiquitous Computing wurde auf der EU-Ratspräsidentschaft dem IoT die Merkmale Allgegenwärtigkeit (ubiquitär), unsichtbar und autonom zugesprochen. In der Definition wird IoT noch als technische Vision bezeichnet. Jedoch kann aus heutiger Sicht gesagt werden, dass durch die Möglichkeit Dinge zu vernetzen, die physische mit der virtuellen Welt zu vernetzen und Dinge über das Netzwerk anzusteuern, Informationen auszulesen oder Aktionen auszulösen, längst keine Vision mehr ist, aber der Fortschritt in der Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist.

MATTERN und FLÖRKEMEIER beschreiben das Internet der Dinge als Vision und verstehen das Internet in diesem Kontext entweder als Metapher, in dem Dinge über verschiedene Technologien miteinander kommunizieren, Dienste verwenden, Daten bereitstellen und für den Menschen einen Mehrwert generieren oder als Protokoll-Stack auf Smarten Dingen.

*„Das Internet der Dinge steht für eine Vision, in der das Internet in die reale Welt hinein verlängert wird und viele Alltagsgegenstände ein Teil des Internets werden. Dinge können dadurch mit Information versehen werden oder als physische Zugangspunkte zu Internetservices dienen, somit sich weitreichende und bis dato ungeahnte Möglichkeiten auf tun.“<sup>59</sup>*

---

<sup>55</sup> Vgl. Sarma, Sanjay/Brock, David L./Ashton, Kevin: The Networked Physical World. Proposals for Engineering the Next Generation of Computing, Commerce & Automatic-Identification. White Paper of the Auto-ID Center at the MIT, Cambridge, MA (2000), S. 4.

<sup>56</sup> Vgl. Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag: Internet der Dinge ([https://www.bundestag.de/resource/blob/192512/cfa9e76cdf46f34a941298efa7e85c9/internet\\_der\\_ding\\_e-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/192512/cfa9e76cdf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_ding_e-data.pdf), zuletzt aufgerufen am 06.07.2019).

<sup>57</sup> Ebd., S. 1.

<sup>58</sup> Ebd.

<sup>59</sup> Mattern/Flörkemeier, Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge [wie Anm. 39], S. 107.

Die Metapher bezieht sich darauf als Analogie, wie wir Menschen das Web als Kommunikationsinstrument verwenden. Sie bescheinigen dem Internet der Dinge neue Qualitäten:<sup>60</sup>

- Kontextwahrnehmung
- Miteinander Vernetzen
- Zugriff auf Internetservices
- Interaktion von Maschine-zu-Mensch (M2H), Mensch-zu-Maschine (H2M) oder Maschine-zu-Maschine (M2M)

UCKELMANN ET AL. sehen im Internet der Dinge die Verknüpfung von eindeutig identifizierbaren Dingen mit ihren virtuellen Abbildungen im Internet.

*„the future Internet of Things links uniquely identifiable things to their virtual representations in the Internet containing or linking to additional information on their identity, status, location or any other business, social or privately relevant information at a financial or non-financial pay-off that exceeds the efforts of information provisioning and offers information access to non-predefined participants. The provided accurate and appropriate information may be accessed in the right quantity and condition, at the right time and place at the right price.“*<sup>61</sup>

Dabei werden zusätzliche Informationen über Identität, Status, Standort oder andere geschäftliche, soziale oder privat relevante Informationen, welche den Aufwand der Informationsbeschaffung übersteigen, einen nicht vordefinierten Teilnehmerkreis verfügbar gemacht. Die bereitgestellten Informationen können präzise und zweckmäßig in der richtigen Menge, im richtigen Zustand, zur richtigen Zeit und am richtigen Ort zum richtigen Preis abgerufen werden.<sup>62</sup> UCKELMANN ET AL. ergänzen in Ihrer Definition nicht, welche physikalischen- (Menge, Zustand, Zeit), geografischen Größen (Ort) und welcher Preis als richtige Informationen angesehen werden.

SERPANOS und WOLF sehen IoT als Technologie, welche auf mehreren Technologien, wie allgegenwärtige Informationssysteme, Sensornetze und eingebettete Systeme, basiert. Sie geben keine konkrete Definition wieder, sondern stellen mehrere Möglichkeiten, was IoT sein kann, vor:<sup>63</sup>

- Internetfähige physische Geräte, auch solche die das Internet Protokoll nicht verwenden
- Echtzeit Sensornetze
- Dynamische und sich entwickelnde Netzwerke von eingebetteten Computern

Darüber hinaus weisen SERPANOS und WOLF darauf hin, dass der Begriff IoT System den Einsatz der Technologie genauer beschreibt, als IoT. Sie nutzen den Begriff um zwei Merkmale herauszustellen. Erstens ist das System für eine oder eine Zusammenstellung von mehreren Anwendungen (Applikationen) konzipiert und keine Agglomeration von internetfähigen Geräten. Zweitens berücksichtigt das IoT-System die Dynamik physikalischer Systeme. Ein IoT-System kann in erster Linie aus Sensoren bestehen; in anderen Fällen kann es eine beträchtliche Anzahl

---

<sup>60</sup> Vgl. ebd.

<sup>61</sup> Vgl. Uckelmann/Harrison/Michahelles, Architecting the Internet of Things [wie Anm. 7], S. 8.

<sup>62</sup> Vgl. ebd.

<sup>63</sup> Vgl. Serpanos, Dimitrios/Wolf, Marilyn: Internet-of-Things (IoT) Systems. Cham 2018, S. 1–2.

von Aktuatoren beinhalten. In beiden Fällen ist es das Ziel, Signale und Zeitreihendaten zu verarbeiten.<sup>64</sup>

## 2.4.2 Zusammenfassung

Das Internet der Dinge ist die Vernetzung von physischen oder elektronischen Alltagsgegenständen mit dem Internet, auch wenn das Internet Protokoll nicht verwendet wird. Dabei werden die Gegenstände mit Sensoren und Aktoren ausgestattet, um Informationen zu sammeln, zu erzeugen, zu verarbeiten, zur Verfügung zu stellen und Aktionen auslösen. Durch die Vernetzung der Gegenstände, ist der Abruf von Informationen (M2H), sowie auch die Steuerung von Gegenständen aus der Ferne (remote) möglich (H2M). Die vernetzten Geräte können sich auch gegenseitig mit Informationen versorgen und Aktionen auslösen (M2M). Das Ziel ist es Informationen, die durch manuelle Tätigkeiten nicht effizient erfasst werden können zu generieren und zu nutzen und mit den gesammelten Erkenntnissen automatisiert bestimmte Aktionen auszulösen.

## 2.5 IoT-Bestandteile

Damit Dinge mit dem Internet vernetzt werden können, müssen sie mit der notwendigen Technologie (Hardware und Software) ausgestattet werden. Hierzu werden in den Alltagsgegenstände Sensoren, Aktoren und auch Funkstandards verbaut. In den nachfolgenden Abschnitt werden die Bestandteile des Internet der Dinge vorgestellt.

### 2.5.1 Sensoren

Sensoren (lateinisch sentire, dt. „fühlen“ oder „empfinden“) stellen einen wichtigen Aspekt im Internet of Things dar. In der Literatur gibt es jedoch keinen klaren Konsens über die Definition von Sensoren.<sup>65</sup> Vereinfacht gesagt, sagen MCGRATH ET AL., dass Sensoren etwas von Interesse messen und ein nützliches Ergebnis liefern.

Mittels Sensoren können Gegenstände ihre Umgebung wahrnehmen, Informationen sammeln und dadurch teilweise autonom handeln. Ein Sensor ist eine Komponente, welche die physikalische, chemische oder die stoffliche Beschaffenheit seiner Umgebung qualitativ oder quantitativ erfassen kann und ein elektrisches Signal zur Weiterverarbeitung umwandelt.

Physikalische Größen können Druck, Beschleunigung, Temperatur, oder Feuchtigkeit sein. Als Beispiel für chemische Größen können pH-Wert, Ionenstärke, elektrochemisches Potential genannt werden. Quantitative Informationen z.B. die Temperatur oder der Energieverbrauch, sind messbare Werte auf einer Intervallskala. Qualitative Merkmale hingegen nehmen keinen mathematischen Wert an, unterliegen keiner Rangfolge, könne aber einer eindeutigen Kategorie zugeordnet werden, wie z.B. Farbe, oder Material.

Sensoren sind sozusagen Augen, Ohren, Nase von Gegenständen. So ist es möglich Dinge und deren Umgebung zu verfolgen, zu überwachen und mit den gesammelten Informationen bei Bedarf Aktionen automatisch anzustoßen.

---

<sup>64</sup> Vgl. ebd., S. 2.

<sup>65</sup> Vgl. McGrath, Michael/Ni Scanaill, Cliodhna/Nafus, Dawn: Sensor Technologies. Healthcare, Wellness, and Environmental Applications. Berkeley, CA 2013, S. 15–16.

## 2.5.2 Aktoren

Mittels sogenannten Aktoren können solche Aktionen automatisch durchgeführt werden. Ein Aktor, auch Aktuator (englisch: actuator), ist eine antriebstechnische Baueinheit, die elektrische Signale (vom Steuerungscomputer ausgegebene Befehle) und Strom in mechanische Bewegungen bzw. Veränderungen physikalischer Größen wie Druck oder Temperatur umsetzen.<sup>66</sup> Sie stellen das Gegenstück zu einem Sensor dar.

Ein Aktor sorgt zum Beispiel bei einem Rollladen dafür, dass dieser sich hebt oder senkt (mechanische Bewegung). Ein weiteres Beispiel ist der Heizungsaktor, welcher für die Steuerung von Heiz- oder Kühlkreisläufen eingesetzt wird.

## 2.6 Kommunikationstechnologien im Smart Home Umfeld

In der IoT werden die Geräte überwiegend mit drahtloser Kommunikationstechnologie (KT) ausgestattet. Da es sich z.B. um herkömmliche Alltagsgegenstände im Bereich Smart Home wie smarte Haushaltsgegenstände handelt, in der Industrie um Geräte an schwer erreichbaren Stellen oder in der Logistik um mobile Geräte, ist die Vernetzung mit kabelgebundener KT aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen nicht sinnvoll. Nachfolgend werden einige Kommunikationsstandards vorgestellt, die im Internet der Dinge, vor allem aber im Smart Home Verwendung finden.

### 2.6.1 Anforderungen an ein IoT-Funkstandard

Die Anforderungen die WEISER an Ubiquitous Computing stellte unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von den Anforderungen an IoT-Systeme.<sup>67</sup> Die Definition von IoT besagt, dass physische Geräte mit der digitalen Welt vernetzt werden. Diese physischen Geräte benötigen in der analogen Welt wenig Beachtung hinsichtlich Wartung (z.B. Batteriewechsel). Die Sensoren und Aktoren benötigen keine konstante Verbindung zu einer zentralen Komponente. Die Verbindung wird erst notwendig, wenn ein Befehl für den Aktor zur Ausführung einer Bewegung abgegeben wird oder Sensoren Informationen versenden. Die Geräte sind in einem Gebäude über mehrere Etagen verteilt und an entlegenen Orten angebracht. Daher müssen die Geräte über eine hohe Reichweite verfügen. Abhängig von der Reichweite, sind die Bandbreite, die Datenrate und der Energieverbrauch. Bei doppelter Reichweite und gleichbleibender Bandbreite und Datenrate nimmt der Energieverbrauch um ein Vielfaches zu. Der Energieverbrauch ist im IoT Bereich ein limitierender Faktor. Die Geräte müssen zum Teil ohne externe Energieversorgung auskommen, dazu kommt noch, dass sie an entlegenen Orten sein können und die Usability nimmt merklich ab, wenn bei einem Gerät sehr häufig die Batterie gewechselt werden muss. Da die Geräte aber nicht ständig funken und keine großen Mengen an Daten übertragen müssen, kann die Datenrate und die Bandbreite klein gehalten werden. Das wirkt sich positiv auf den Energieverbrauch aus. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Sicherheit in der Übertragung. Die Übertragung muss verschlüsselt sein, damit Angreifer die Übertragung nicht abfangen kann. Ein Angreifer wäre in der Lage die Kontrolle über Kameras oder sensible Daten zu bekommen und kann damit erheblich Schaden anrichten. Des Weiteren ist die Zuverlässigkeit in der Übertragung und im Betrieb der Geräte ein wichtiger Aspekt. Fehlalarme oder fehlende Alarme bei einem Einbruch senken die Vertrauenswürdigkeit in ein System, welches für die Sicherheit und Überwachung verantwortlich

---

<sup>66</sup> Vgl. Duden | Aktor | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft (<https://www.duden.de/rechtschreibung/Aktor>, zuletzt aufgerufen am 10.11.2019).

<sup>67</sup> Vgl. Weiser, The Computer for the 21st Century [wie Anm. 44], S. 4; IoT-Funksysteme (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2203181.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

ist. Ein weiterer Punkt sind geringe Latenzzeiten. Der Nutzer erwartet, dass beim Einschalten einer Smart Home Lampe, das Licht sofort angeht. Ebenso ist die einfache Installation von IoT-Geräte für den Nutzer wichtig. Wenn Nutzer das Gerät nicht installieren kann, weil es zu kompliziert ist, kann und wird er es nicht verwenden. Und wenn die Anschaffungs- und Betriebskosten zu hoch sind, werden die Nutzer die Geräte unter Umständen nicht kaufen.

Zusammenfassung der Anforderungen an die Kommunikationsgeräte<sup>68</sup>:

- Hohe Reichweite bei wenig Bandbreite und niedrige Datenrate
- geringer Energieverbrauch
- Sicherheit in der Übertragung (Verschlüsselung)
- hohe Zuverlässigkeit in Übertragung und Betrieb (geringer Paketverlust)
- geringe Latenzzeiten
- einfache Installation
- geringe Anschaffungs- und Betriebskosten

### 2.6.2 ZigBee / IEEE-802.15.4

ZigBee ist ein Funkstandard, welcher auf den Standard IEEE-802.15.4 basiert und seit 2016 in der Version 3.0 verfügbar ist.<sup>69</sup> Der Standard wird von der ZigBee Alliance, welche sich 2002 gebildet hat, geführt. Ca. 300 Unternehmen arbeiten in dem Zusammenschluss an der Weiterentwicklung von ZigBee zusammen. Die Verbreitung von ZigBee ist trotz Zertifizierung der Produkte recht gering. Denn vor der Einführung von ZigBee 3.0, konnte es vorkommen, dass die Geräte unter Umständen nicht gemeinsam funktionierten. Das lag vor allem daran, dass der Standard sehr umfangreich ist, aber nicht jede Funktion für die Zertifizierung unterstützt werden musste. Des Weiteren implementierten einige Hersteller proprietäre Funktionen und Protokolle, um die Verbindungsmöglichkeiten zu verhindern und ihre Produkte gegenüber der Konkurrenz abzuheben. Diese Maßnahmen waren für eine Verbreitung der Technologie eher hinderlich. Mit ZigBee 3.0 ist dies nicht mehr der Fall. Es gibt keine Kompatibilitätsprobleme mehr, aber es gibt keine Abwärtskompatibilität zu älteren Produkten, die nicht mit der Version 3.0 arbeiten. Damit haben ältere Produkte keine Zukunft und die Marktdurchdringung beginnt für den Standard in der dritten Version praktisch von vorne.<sup>70</sup> Nachfolgend sind in der Tabelle 2.1 einige technischen Spezifikationen im Überblick dargestellt.

---

<sup>68</sup> Vgl. IoT-Funksysteme [wie Anm. 67].

<sup>69</sup> Vgl. Zigbee 3.0 (<https://zigbee.org/zigbee-for-developers/zigbee-3-0/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019); Zigbee Alliance Accelerates IoT Unification with 20 Zigbee 3.0 Platform Certifications (<http://zigbee.org/zigbee-alliance-accelerates-iot-unification-with-20-zigbee-3-0-platform-certifications/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

<sup>70</sup> Vgl. ZigBee (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2212041.htm>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

Eigenschaft	Beschreibung
Network Größe	Bis zu 65,000 Knoten
Radio Technologie	IEEE 802.15.4-2011
Frequenz Band / Kanäle	2,4 GHz; 915 MHz; 868 (MHz) 16-Kanäle (2 MHz wide)
Datenrate	250 Kbit/s (2,4 GHz); 40 Kbit/s (915 MHz); 20 kBit/s (868 MHz)
Reichweite (Durchschnitt)	Bis zu 300m (direkter Sichtkontakt) Zwischen 75-100m (im Gebäude)
Low Power Support	Sleeping End Devices ZigBee Green Power Devices (energy harvesting)

Tabelle 2.1: ZigBee technische Spezifikationen im Überblick<sup>71</sup>

ZigBee ist im Vergleich zu WLAN, Bluetooth energieeffizient, einfach in der Anwendung und flexibel. Der Standard eignet sich für batteriebetriebene Geräte, welche einen jahrelangen Betrieb ohne häufigen Akkuwechsel ermöglichen. Zusätzlich kann ZigBee 3.0 sich autark mit Energie versorgen. Über „Energy Harvesting“ kann die notwendige Energie zur Datenübertragung durch die Betätigung eines Schalters, Temperatur- und Helligkeitsschwankungen, oder Luftströmungen autark gewonnen werden und Sensoren ohne weitere Energieversorgung betrieben werden.<sup>72</sup>

### 2.6.3 DECT ULE / ETSI TS 102 939

Der Standard „Digital Enhanced Cordless Telecommunications“ (DECT) (zu Deutsch "verbesserte digitale Schnurlos-Kommunikation") ist ein Funkstandard für schnurlose Sprachübertragung, welcher in Europa entwickelt und 1992 durch das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) eingeführt wurde.<sup>73</sup> Ursprünglich stand DECT für „Digital European Cordless Telecommunication“. Der Standard wurde jedoch umbenannt, um zum Ausdruck zu bringen, dass DECT eine universelle Funktechnik für die Telekommunikation ist. Mittlerweile hat sich der Standard auf der ganzen Welt im Bereich der schnurlosen Sprachübertragung durchgesetzt.<sup>74</sup>

Heute wird DECT nicht mehr für die schnurlose Sprachübertragung eingesetzt. Der Standard wurde weiterentwickelt und bietet Einsatzmöglichkeiten für das Internet der Dinge und Smart Home Anwendungen. Die Erweiterung wird als DECT Ultra Low Energy (ULE) bezeichnet und ist bei der ETSI als technische Spezifikation als Standard ETSI TS 102 939 veröffentlicht.<sup>75</sup> DECT ULE unterscheidet sich zu DECT vor allem darin, dass dieser Standard viel energieeffizienter ist. Dabei hat DECT ULE auch bei voller Sendeleistung einen Stromverbrauch, der im Mikroampere-Bereich liegt. Dies ist besonders für batteriebetriebene Geräte, Sensoren und

<sup>71</sup> Vgl. ebd; Zigbee 3.0 [wie Anm. 69].

<sup>72</sup> Vgl. Was ist ZigBee und welche Geräte sind ZigBee kompatibel? - Funktionen und Einsatzmöglichkeiten von ZigBee (<https://www.homeandsmart.de/zigbee-funkprotokoll-hausautomation>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

<sup>73</sup> Vgl. Fliege, Norbert/Bossert, Martin/Walke, Bernhard: Mobilfunknetze und ihre Protokolle 2. Wiesbaden 2001, S. 105.

<sup>74</sup> Vgl. DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0505231.htm>, zuletzt aufgerufen am 03.08.2019).

<sup>75</sup> Vgl. DECT: ETSI TS 102 939-2 V1.3.1 (2019-01). Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Ultra Low Energy (ULE); Machine to Machine Communications; Part 2: Home Automation Network (phase 2).

Aktoren von Vorteil und erfüllt damit die Anforderungen an IoT-Funkstandards. Die Tabelle 2.2 zeigt die Eigenschaften von DECT ULE:<sup>76</sup>

Eigenschaft	Beschreibung
Radio Technologie	ETSI TS 102 939
Frequenz Band / Kanäle	1880Mhz; 1900 MHz
Datenrate	1.152 Kbit/s
Reichweite (Durchschnitt)	Bis zu 300m (direkter Sichtkontakt) Zwischen 50m (im Gebäude)
Low Power Support	Zyklischer Tiefschlaf

Tabelle 2.2: DECT ULE technische Spezifikationen im Überblick

Der Vorteil von DECT ULE liegt darin, dass der Standard in einem exklusiven Frequenzband arbeiten kann und sich dieses Band mit keiner anderen Technologie teilen muss. Dadurch kommt es zu weniger Störungen bei der Übertragung. Die Endgeräte werden in einen zyklischen Tiefschlaf versetzt, weshalb der Stromverbrauch wie bei ZigBee ebenfalls sehr gering ist. Ein Schafzyklus dauert ca. 20 Sekunden, wodurch sich die Akkulaufzeit verlängert. Des Weiteren ist DECT ULE auf minimale Verzögerungen, hohe Reichweite, kleine Bauweise und geringe Kosten für die Endgeräte und hohe Abhörsicherheit ausgelegt.<sup>77</sup>

#### 2.6.4 WLAN / IEEE 802.11

IEEE 802.11 ist eine Reihe von Kommunikationsstandards für ein Funknetzwerk auf Basis des Ethernets. Im deutschsprachigen Raum ist der Standard unter dem Namen „WLAN“ bekannt, was für „Wireless Local Area Network“ (deutsch: „drahtloses lokales Netzwerk“) steht. Im angelsächsischen Raum ist der Begriff „Wi-Fi“ geläufiger. Der Standard wurde 1997 von dem Berufsverband „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE) veröffentlicht und ist heute in vielen Smartphones, Notebooks und anderen mobilen Endgeräten verfügbar und damit der verbreitetste Funkstandard weltweit. Seit der Einführung wurde der Standard stets weiterentwickelt und ist seit 2014 in der fünften Generation verfügbar (802.11ac). Ende 2019 soll der Standard 802.11ax verabschiedet werden.<sup>78</sup>

Da die Bezeichnung der unterschiedlichen Generationen für den normalen Nutzer unverständlich und kaum auseinander zu halten sind, wurde deswegen anstelle der kryptischen Projektgruppennamen, wie z.B. „IEEE 802.11g“, eine fortlaufende Nummer für die jeweilige Generation eingeführt. Die Tabelle 2.3 listet die verschiedenen Standards mit der entsprechen Versionsnummer und dem Veröffentlichungsjahr auf.

<sup>76</sup> Vgl. DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications [wie Anm. 74].

<sup>77</sup> Vgl. ebd.

<sup>78</sup> Vgl. WLAN-Standards. Alle wichtigen Infos zu IEEE 802.11a/b/g/n/ac (<https://www.wlansignalverstaerken.de/wlan-standards>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

Standard	Version	Veröffentlichungsjahr
<b>IEEE 802.11</b>	Wi-Fi 1	1999
<b>IEEE 802.11b</b>	Wi-Fi 2	1999
<b>IEEE 802.11g</b>	Wi-Fi 3	2003
<b>IEEE 802.11n</b>	Wi-Fi 4	2009
<b>IEEE 802.11ac</b>	Wi-Fi 5	2014
<b>IEEE 802.11ax</b>	Wi-Fi 6	2019

Tabelle 2.3: Übersicht WLAN-Standards

Zusätzlich ist noch die Spezifikation IEEE 802.11a zu erwähnen, welcher wie IEEE 802.11b bereits 1999 veröffentlicht wurde, jedoch bereits über eine theoretische Übertragungsgeschwindigkeit von 54 Mbit/s verfügt und somit 5-mal schneller als Wi-Fi 2 ist, welches maximal mit 11 Mbit/s Daten übertragen kann. Die Spezifikation IEEE 802.11a gilt als Alternative zum Standard IEEE 802.11g, das ebenfalls Datenübertragungen von bis zu 54 Mbit/s ermöglicht. Das Problem hierbei ist, dass die Standards 802.11b und 802.11g das 2,4-GHz-Frequenzband nutzen, welches auch von anderen Geräten, wie TV-Fernbedienung oder Bluetooth-Geräten (PC-Maus, Controller oder Kopfhörer) verwendet wird und somit eine hohe Auslastung in dem Frequenzband vorliegt. Die Überlastung im 2,4-GHz-Band kann dann schnell zu Verbindungsstörungen führen. Die Spezifikation 802.11a nutzt das 5-GHz-Band. Das 5-GHz-Band wird kaum durch andere Geräte gestört, verfügt aber im Vergleich zum 2,4-GHz-Band über eine geringere Reichweite, Gebäudedurchdringung und höhere Dämpfung. Die geringere Auslastung kompensiert die Nachteile jedoch wieder. Die Spezifikation gilt jedoch nur in den USA. In Europa und Japan wurde die Spezifikation auf die jeweils nationalen Gegebenheiten angepasst und unter dem Namen IEEE 802.11h (Europa) und IEEE 802.11j (Japan) veröffentlicht.<sup>79</sup>

Die fünfte Generation wird auch als „WLAN 5“ oder „5G Wi-Fi“ bezeichnet. Der offizielle Name des Standards lautet 802.11ac. Der Standard bringt im Vergleich zum Vorgänger keine wesentlichen Neuerungen. Die höheren Übertragungsgeschwindigkeiten werden durch die Erweiterung der Übertragungskanäle, der Sende- und Empfangseinheiten, der effizienteren Modulation, sowie einer besseren Ausleuchtung erreicht. Die Tabelle 2.4 zeigt den Standard mit seinem Frequenzbereich und der maximalen theoretischen Übertragungsgeschwindigkeit.

Standard	Frequenzbereich	Max. Übertragungsrate
<b>IEEE 802.11</b>	2,4 GHz	2 Mbit/s
<b>IEEE 802.11b</b>	2,4 GHz	11 Mbit/s
<b>IEEE 802.11a</b>	5 GHz	54 Mbit/s
<b>IEEE 802.11g</b>	2,4 GHz	54 Mbit/s
<b>IEEE 802.11n</b>	2,4 GHz/5 GHz	600 Mbit/s
<b>IEEE 802.11ac</b>	5 GHz	1 Gbit/s
<b>IEEE 802.11ax</b>	2,4 GHz/5 GHz	10 Gbit/s

Tabelle 2.4: Frequenzbereich und maximale Übertragungsdaten für IEEE 802.11 Standards<sup>80</sup>

Der Vorteil an der WLAN Technologie ist, dass der Standard den Markt schon seit langem durchdrungen hat, sich somit als Standard etabliert hat und jedes Smartphone, Tablet und jeder Router mit WLAN ausgestattet ist. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Reichweite und die schnellen

<sup>79</sup> Vgl. IEEE 802.11a / IEEE 802.11h / IEEE 802.11j (WLAN / 54 Mbit / 5 GHz)

(<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0907041.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

<sup>80</sup> Vgl. Connectivity, L-com Global: Standards Showdown: 802.11 Standards Side-by-Side (<http://www.l-com.com/blog/?tag=/802.11ax>, zuletzt aufgerufen am 25.08.2019).

Datenübertragungsgeschwindigkeiten. Dies hat die Folge, dass der Energiebedarf sehr hoch ist. Bei kabelgebundenen Smart Home Geräten, bei denen die Versorgung mit ausreichend Energie kein Problem ist, ist der Einsatz von WLAN möglich. Anders sieht es bei Geräten aus, die mit Batterie betrieben über Monate oder Jahre hinweg funktionieren müssen. Dort scheidet WLAN als Übertragungsstandard aus.

### 2.6.5 Bluetooth / IEEE 802.15.1

Der Mobilfunkhersteller Ericson und Nokia entwickelten 1994 den lizenzfreien, standardisierten und universellen Funkstandard Bluetooth. Ursprünglich wurde Bluetooth für die Anbindung von Headsets, Kopfhörern, Lautsprechern und Autoradios konzipiert. Dabei werden kontinuierliche Datenströme zwischen Empfänger und Sender übertragen. Bei der Entwicklung wurde Wert auf niedrigen Energiebedarf, geringe Störanfälligkeit, kleine Bauform und integrierte Sicherheitsmechanismen gelegt.<sup>81</sup>

In der Version 4.0 wurde bereits der stromsparende Modus Low-Energy eingeführt. Die aktuellste Version ist jedoch bereits Bluetooth 5.1. Generell ist die fünfte Version eine Verbesserung der vierten Version und dafür ausgelegt, entweder mehr Reichweite oder mehr Geschwindigkeit unter geringstem Stromverbrauch zu ermöglichen. Der Fokus liegt damit auf Anwendungen im Bereich IoT.<sup>82</sup>

Mit Bluetooth 5.0 sind vierfache Reichweiten oder doppelte Geschwindigkeiten im Vergleich zur Vorgängerversion möglich. Im Low-Energy-Modus sind somit Reichweiten von ca. 200 m außerhalb von Gebäuden bzw. 40 m innerhalb eines Gebäudes und Geschwindigkeiten von bis zu 2Mbit/s möglich. Mit der Version 5.1 wurde der Standard um die Funktion Richtungserkennung und Positionserfassung erweitert. Die Funktion wird als „Direction Finding“ bezeichnet und es ermöglicht die Zentimeter genaue Ortung im dreidimensionalen Raum. Allerdings wurde der Standard erst Anfang 2019 vorgestellt, so dass es noch etwas Zeit dauern wird bis die ersten unterstützenden Geräte auf dem Markt verfügbar sind.<sup>83</sup>

### 2.6.6 Z-Wave / ITU-T G.9959

Der Funkstandard Z-Wave wurde 2001 von zwei dänischen Ingenieuren entwickelt<sup>84</sup> und gilt weltweit zu den führenden Funkstandards im Smart Home Umfeld. Anfänglich war die Technologie proprietär, doch mit der Verbreitung und dem Erfolg am Markt, wurde der Standard öffentlich. Angefangen hat die Öffnung mit der Gründung der Z-Wave-Allianz im Jahr 2005, der sich laut eigener Aussage mittlerweile mehr als 700 Unternehmen angeschlossen haben und bei der über 3000 Produkte verfügbar sind.<sup>85</sup> Damit bildet die Z-Wave-Allianz das weltweit größte Öko-System für die drahtloser Heimvernetzung.<sup>86</sup> 2012 wurde Z-Wave öffentlich, da die

---

<sup>81</sup> Vgl. Bluetooth 1.0/1.1/1.2 (IEEE 802.15) (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0803301.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

<sup>82</sup> Vgl. Bluetooth 5 (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2107121.htm>, zuletzt aufgerufen am 25.08.2019).

<sup>83</sup> Vgl. Bluetooth 5 [wie Anm. 82].

<sup>84</sup> Vgl. Z-Wave Grundlagen – Kapitel 1 – Z-Wave Smart Home (<https://zwave.de/buch-z-wave-grundlagen/buch-z-wave-grundlagen-kapitel-1/>, zuletzt aufgerufen am 27.08.2019).

<sup>85</sup> Vgl. Z-Wave Alliance - Our History (<https://z-wavealliance.org/>, zuletzt aufgerufen am 26.08.2019).

<sup>86</sup> Vgl. Z-Wave Smart Home - Was ist Z-Wave (<https://zwave.de/was-ist-zwave/>, zuletzt aufgerufen am 26.08.2019).

Technologie in der internationalen Telekommunikationsunion ITU-T als Standard G.9959 aufgenommen wurde.<sup>87</sup>

Eigenschaft	Beschreibung
Radio Technologie	ITU-T G.9959
Frequenz Band / Kanäle	868,42 MHz; mit 908,42 MHz
Datenrate	100 Kbit/s
Reichweite (Durchschnitt)	Bis zu 300m (direkter Sichtkontakt) Zwischen 30m (im Gebäude)

Tabelle 2.5: Z-Wave technische Spezifikationen im Überblick

Der Vorteil von Z-Wave ist, dass der Standard in seinem eigenen Frequenzband funkt und somit keine Interferenzen zu anderen Standards wie WLAN oder Bluetooth auftreten können. In Europa funkt der Standard mit einer Frequenz von 868,42 MHz und in den USA mit 908,42 MHz.<sup>88</sup> Mit Z-Wave sind Geschwindigkeiten von 100 kbit/s möglich und eine Reichweite in Gebäuden von ca. 30 m.<sup>89</sup>

## 2.6.7 Fazit

Es gibt noch zahlreiche weitere Funkstandards, wie EnOcean<sup>90</sup>, HomeMatic IP<sup>91</sup>, oder den kabelgebundenen Standard KNX<sup>92</sup>, die im Smart Home-Bereich zum Einsatz kommen. Das Problem ist, dass die Standards für dieselben Endgerätegruppen verfügbar sind. Für den Nutzer ist die Anzahl verschiedener Standards, die untereinander nicht kompatibel sind eine gewaltige Herausforderung. Der Nutzer kann nicht wahllos ein bestimmtes Gerät kaufen und in seine Smart Home System integrieren. Es lässt sich ebenso keine Vorrausage treffen, welcher Standard sich auf dem Markt durchsetzen wird. Im schlechtesten Fall hat der Nutzer auf das falsche Pferd gesetzt und der Standard wird in ein paar Jahren nicht mehr unterstützt, so dass keine kompatiblen Geräte mehr zu erwerben oder der keine Sicherheitsupdates mehr möglich sind. Die Vielfalt der Standards erinnert an die Formatkriege der Videoformate „BETAMAX“, „VHS“ und „VIDEO 2000“ bzw. später an die Formatkriege zwischen den Nachfolgern der „DVD“.<sup>93</sup> Ein weiteres

<sup>87</sup> Vgl. ITU-T: ITU-T Rec. G.9959 (02/2012) Short range narrow-band digital radiocommunication transceivers - PHY and MAC layer specifications.

<sup>88</sup> Vgl. Naidu, Gollu Appala/Kumar, Jayendra: Wireless Protocols: Wi-Fi SON, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave, and Wi-Fi // Innovations in Electronics and Communication Engineering. Proceedings of the 7th ICIECE 2018. Singapore 2019, S. 233–234.

<sup>89</sup> Vgl. Z-Wave Alliance - Our History [wie Anm. 85]; Naidu/Kumar, Wireless Protocols: Wi-Fi SON, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave, and Wi-Fi // Innovations in Electronics and Communication Engineering [wie Anm. 88], S. 233–234.

<sup>90</sup> Vgl. EnOcean GmbH | Kolpingring 18a | D-82041 Oberhaching/Realisierung a&i antweiler und ische gbr und FORMER 03 GmbH | Full-Service Agenturnetzwerk für Lösungen im digitalen Raum | neue und klassische Medien | Infanteriestr. 19/Haus 6 | 80797 München | Tel. 089.360 89 19-18: EnOcean - Batterielose Funktechnik (<https://www.enocean.com/de/>), zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

<sup>91</sup> Vgl. Smartes Wohnen, das begeistert. - Homematic IP (<https://www.homematic-ip.com/start.html>), zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

<sup>92</sup> Vgl. KNX Association KNX Association [Official website] (<https://www.knx.org/knx-en/professionals/index.php>), zuletzt aufgerufen am 15.10.2019).

<sup>93</sup> Vgl. Martin-Jung, Helmut: Video: Der VHS-Rekorder stirbt endgültig (<https://www.sueddeutsche.de/digital/digitalisierung-der-vhs-rekorder-stirbt-1.3088670>), zuletzt aufgerufen am 15.10.2019); GbR, vinett-video Mediaservice: Übersicht und Geschichte der Videoformate (<https://www.vinett-video.de/video-magazin/infografik-geschichte-der-videoformate>), zuletzt aufgerufen am 15.10.2019).

Problem ist, das normale Nutzer sich vorab informieren müssen, welche Standards ihre Smart Home Systeme unterstützen. Denn auch hier gibt es Systeme, die mehrere Standards beinhalten, aber nicht alle unterstützen. Hinzu kommt, dass aus den unterschiedlichen Standards ohne weiteres kein direkter Vergleich gezogen werden kann, um zu ermitteln welcher Standard im Vergleich für eine Anforderung bestimmte Vorteile hat und wie gut die Anforderungen aus Kapitel 152.6.1 von jedem Standard erfüllt werden.

## 2.7 Usability

### 2.7.1 Geschichtliche Entwicklung

RICHTER UND FLÜCKIGER führen in Ihrer Arbeit einen kurzen geschichtlichen Abriss, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, zu wichtigen Personen und Meilensteinen, die Ihrer Meinung nach maßgeblich an der Entstehung und Verbreitung des Fachgebietes beteiligt waren auf:<sup>94</sup>

- Leonardo da Vinci stellt im 15. Jahrhundert die Kenntnis des Menschen in den Mittelpunkt für die Entwicklung neuer Technologien. Seine Erkenntnisse haben die Wissenschaft und Technik nachhaltig beeinflusst.
- Das amerikanische Militär investierte in den 1940er-Jahren in die Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle komplexer Systeme. Dabei entstand das Fachgebiet „Human Factors“, welches zur Erforschung menschlicher Einflussgrößen bei der Anwendung von Technologien genutzt wird.
- Die erste Ausgabe der Fachzeitschrift „Ergonomics“ erscheint im Jahr 1957. Woraufhin die internationale Verbreitung der Ergonomie als Wissenschaft zur Erforschung der Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner Arbeit beginnt.
- Brian Shackel gründet 1970 in England das Forschungsinstitut HUSAT (Human Sciences and Advanced Technology). Die Erforschung der Kommunikation zwischen Mensch und Computer wird zur anerkannten wissenschaftlichen Disziplin.
- Ende der 1970er-Jahre empfindet Dieter Rams die Welt als „eine undurchschaubare Verwirrung von Formen, Farben und Geräuschen“<sup>95</sup>. Rams ist bewusst, dass er als Gestalter Einfluss auf die Welt hat. Rams stellt sich deshalb die Frage, ob sein Design ein gutes Design ist. Daraufhin formuliert er als Antwort zehn Thesen für gutes Design.<sup>96</sup>
- Mit der zunehmenden Verbreitung von Rechnern in der Arbeitswelt erlebt Mitte der 1980er-Jahre die systematische Untersuchung der Mensch-Computer-Interaktion durch die Disziplin der Software-Ergonomie einen Aufschwung erhält. Im deutschen Sprachraum erscheinen eine Vielzahl von Veröffentlichungen.
- DONALD NORMAN veröffentlicht 1988 sein heute als Klassiker geltendes Werk „The Psychology of Everyday Things“<sup>97</sup>. NORMAN verdeutlicht die Relevanz psychologischer Faktoren bei der Entwicklung von technischen Systemen.
- 1993 veröffentlicht Jakob Nielsen das Buch „Usability Engineering“<sup>98</sup>. Er beschreibt die Anwendung von Usability-Methoden in einem systematischen Prozess. Sein Werk gilt als Wegbereiter für benutzerorientierte Vorgehensweisen.

---

<sup>94</sup> Vgl. Richter, Michael/Flückiger, Markus D.: Usability Engineering kompakt. Berlin, Heidelberg 2013, S. 9–11.

<sup>95</sup> Der Wert von gutem Design. Dieter Rams' Philosophie, verankert bei Vitsoe (<https://www.vitsoe.com/de/ueber-vitsoe/gutes-design>, zuletzt aufgerufen am 12.11.2019).

<sup>96</sup> Vgl. ebd.

<sup>97</sup> Vgl. Norman, Donald A.: The design of everyday things. New York New York 2013.

<sup>98</sup> Vgl. Nielsen, Jakob: Usability engineering. Amsterdam 2010.

- Ende der 1990er-Jahre wird *Web Usability* im Internet-Boom durch die hohe Nachfrage neuer Webseiten und Anwendungen zum Schlagwort.
- Durch die Verbreitung von erschwinglichen Geräten, schnelleren Internetverbindungen und der zunehmenden Digitalisierung ab den 2000er Jahren, verändern sich die Anforderungen an die Mensch-Computer-Interaktionen. Der Computer findet sich als vielseitiges Medium wieder und wird zum Arbeits-, Kommunikations- und Unterhaltungsmittel. Der Markt wird von neuen Technologien mit revolutionären Konzepten für die Mensch-Computer-Interaktion durchdrungen.
- Usability wird zum Verkaufsargument und Alleinstellungsmerkmal für Unternehmen und deren Produkte.
- Im Jahr 2007 präsentierte Apple das iPhone. Das iPhone leitete eine neue Ära im Mobilfunkmarkt ein und veränderte die bestehenden Interaktionskonzepte nachhaltig. Die Bedienung war so einfach, dass sich das Konzept durchsetzte und fortan andere Hersteller nachzogen. Damit begann das Zeitalter der Smartphones.

An dieser Stelle endet der historische Rückblick von RICHTER und FLÜCKIGER. Mit dem voranschreitenden technologischen Fortschritt entstanden neue Konzepte, wie die Vernetzung der physischen Welt mit der digitalen Welt, dem Internet der Dinge. Im IoT befinden sich auf der einen Seite digitale Endgeräte und auf der anderen Seite physische Gegenstände. Die besondere Herausforderung ist, dass die Usability für das gesamte System betrachtet werden und für eine erfolgreiche Verbreitung stimmen muss.

## 2.7.2 Usability nach Jakob Nielsen

JAKOB NIELSEN definiert Usability als ein Qualitätsmerkmal, dass die Benutzerfreundlichkeit bei Interaktion zwischen Mensch und Maschine bewertet. Die Interaktion erfolgt über ein User Interface (deutsch Benutzerschnittstelle). Die Schnittstelle ermöglicht die Interaktion zwischen Mensch und Maschine und kann im einfachsten Fall ein Lichtschalter sein. Der Lichtschalter kann weder der Kategorie Mensch noch Maschine (in diesem Fall eine Lampe) zugeordnet werden, sondern bildet das User Interface. Das Wort Usability bezieht sich auf Methoden zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit während des Designprozesses.<sup>99</sup>

Nielsen definiert für Usability fünf Qualitätsmerkmale, welche im Designprozess zu beachten sind, um die Benutzerfreundlichkeit zu verbessern:<sup>100</sup>

- **Erlernbarkeit (Learnability)**  
Die grundlegenden Aufgaben sollen bei der ersten Begegnung mit dem Design so einfach wie möglich für den Benutzer zu erledigen sein.
- **Effizienz (Efficiency)**  
Sobald der Benutzer das Design verstanden hat, soll die Ausführung der Aufgaben schnell zu erledigen sein.
- **Einprägsamkeit (Memorability)**  
Nach einem längeren Zeitraum ohne Nutzung, sollen die Benutzer ihre Kenntnisse leicht wiederherstellen können.

---

<sup>99</sup> Vgl. Nielsen, Jakob: Usability 101: Introduction to Usability (<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, zuletzt aufgerufen am 10.07.2019).

<sup>100</sup> Vgl. ebd.

- **Fehler (Errors)**  
Bei der Nutzung können Fehler auftreten. Die Anzahl, der Schweregrad der Fehler und der Aufwand, um sie zu beseitigen, gilt es zu minimieren.
- **Zufriedenheit (Satisfaction)**  
Die Nutzung des Designs muss komfortabel sein.

Nielsen führt weitere Qualitätsmerkmale auf. Ein Schlüsselmerkmal ist seiner Meinung nach die Nützlichkeit (Utility), welche sich auf die Funktionalität des Designs bezieht. Die Frage die sich Nielsen stellt, ist ob die Funktion das erfüllt was Nutzer wirklich erwarten bzw. wollen. Utility ist für ihn gleichwertig wie Usability bzw. ergänzen sich beide Merkmale und geben an wie brauchbar bzw. nützlich etwas ist. Metaphorisch führt er auf, dass es keine Rolle spielt, wie einfach etwas zu bedienen ist, wenn es nicht das ist was der Nutzer will und ebenso ist es nicht gut, wenn mit einem Produkt hypothetisch, das realisiert werden kann, was der Nutzer will, aber der Nutzer dies durch die schwierige Bedienung nicht umsetzen kann.<sup>101</sup>

### 2.7.3 Einführung in DIN EN ISO

Das Deutsche Institut für Normung wird mit DIN abgekürzt und ist eine unabhängige Plattform für Normung und Standardisierung. Normen sind Dokumente, die Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren festlegen und Klarheit über deren Eigenschaften schaffen.<sup>102</sup>

Die Anwendung von Normen ist grundsätzlich nicht verpflichtend und kann freiwillig erfolgen. Erst wenn der Gesetzgeber dies nicht zwingend festlegt oder Normen Bestandteil von Verträgen sind, ist die Einhaltung und Anwendung bindend. Dennoch stellen sie in möglichen Haftungsfragen keinen Freibrief da, aber die Einhaltung korrekten Verhaltens ist einfacher nachzuweisen.<sup>103</sup>

Neben der DIN gibt es noch die europäischen Normen (EN), welche von der von den europäischen Normungsorganisationen CEN, CENELEC (Elektrotechnik) und ETSI (Telekommunikation) erarbeitet werden<sup>104</sup> und die International Organization for Standardization (ISO)<sup>105</sup>.

### 2.7.4 Usability nach DIN EN ISO 9421-11

Die DIN EN ISO 9421 beschreibt die Richtlinien der Mensch-Computer-Interaktion und trägt seit 2006 den Titel „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“.<sup>106</sup>

In Teil 11 der DIN EN ISO 9241 wird Usability als „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

---

<sup>101</sup> Vgl. ebd.

<sup>102</sup> Vgl. DIN (<https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/basiswissen>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).

<sup>103</sup> Vgl. ebd.

<sup>104</sup> Vgl. Europäische Normen (<https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/din-in-europa/europaeische-normen>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).

<sup>105</sup> Vgl. ISO - International Organization for Standardization (<https://www.iso.org/home.html>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).

<sup>106</sup> Vgl. ISO 9241 (<http://www.handbuch-usability.de/iso-9241.html>, zuletzt aufgerufen am 31.07.2019).

- **Effektivität**  
„Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Benutzer in einem gegebenen Kontext ein spezifisches Ziel erreicht“  
Beispiel: Ein Benutzer möchte auf einer Website eine Ware bestellen. Der Vorgang ist effektiv, wenn es ihm gelingt.
- **Effizienz**  
„Der im Verhältnis zu Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“  
Beispiel: Die Kundendaten, wie die Adresse, liegen beim Bestellprozess schon vor, weil der Kunde sich bereits bei der Anmeldung identifiziert hat und müssen nicht erneut eingegeben werden.
- **Zufriedenheit**  
„Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellung gegenüber der Nutzung des Produkts“  
Beispiel: Der Kunde fühlt sich bei der Verwendung einer Software oder eines Produktes wohl.

In der Abbildung 2.2 ist der Anwendungsrahmen der Usability dargestellt. Der Nutzungskontext beschreibt den Benutzer, welcher Aufgaben mit bestimmten Arbeitsmitteln in einer bestimmten Umgebung erledigt. Das Produkt beschreibt jenes Arbeitsmittel, welches für die Usability evaluiert wird. Benutzer sind die Personen, die mit dem Produkt arbeiten und ein bestimmtes Ziel erreichen wollen. Das angestrebte Ergebnis ist das Ergebnis, das der Nutzer bei der Anwendung des Produktes zur Erledigung seiner Aufgabe erwartet bzw. das was der Anbieter des Produktes beschreibt. Das Ergebnis der Nutzung, ist das tatsächlich eingetretene Ereignis bei der Nutzung. Die Usability ist der Grad zwischen dem angestrebten Ergebnis und Ergebnis der Nutzung.

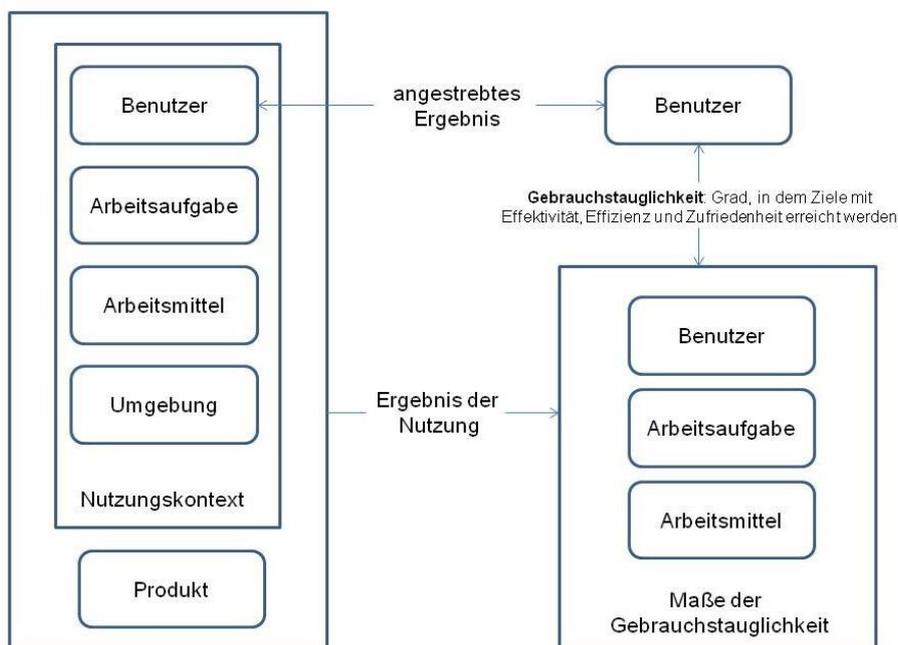


Abbildung 2.2: Anwendungsrahmen der Usability (nach DIN EN ISO 9241-11, 1999) aus Sarodnick, F. und Brau, H. (2011). Methoden der Usability Evaluation<sup>107</sup>

<sup>107</sup> Vgl. Sarodnick, Florian/Brau, Henning: Methoden der Usability Evaluation 2011.

Die Kriterien Effektivität und Effizienz sind objektiv, weil sie messbar sind. Die Zufriedenheit, die bei der Verwendung beim Anwender entsteht, ist hingegen subjektiv und nur schwer zu ermitteln, da die Präferenzen von Individuen verschieden sind. Sie kann mittels Umfragen und Skalen gemessen werden. Bei der Effektivität werden die Ziele ins Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit gesetzt. Die Effizienz ergibt sich aus dem Verhältnis der eingesetzten Ressourcen und der Effektivität.

### 2.7.5 Abgrenzung zu User Experience

Die Begriffe Usability und User Experience sind eng miteinander verbunden und werden häufig miteinander verwechselt.<sup>108</sup> Die User Experience erweitert jedoch die Usability um weitere Betrachtungsweisen (Siehe Abbildung 2.3) und kann in das Deutsche mit „Nutzererlebnis“ übersetzt werden. User Experience (UX) ist seit 2010 ebenfalls unter der DIN EN ISO 9241-210 standardisiert.<sup>109</sup>

Nach DIN EN ISO 9241-210 wird UX definiert als „Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Produkts, eines Systems oder einer Dienstleistung resultieren“<sup>110</sup>, wobei „sämtliche Emotionen, Vorstellungen, Vorlieben, Wahrnehmungen, physiologischen und psychologischen Reaktionen, Verhaltensweisen und Leistungen, die sich vor, während und nach der Nutzung ergeben“<sup>111</sup> betrachtet werden.

Bei User Experience geht es um die Erfahrungen der Nutzer mit einem Produkt, einer Software oder Dienstleistung vor, während und nach der Nutzung. Die Usability betrachtet die tatsächliche Nutzungssituation, die UX umfasst zusätzlich die antizipierte Nutzung und die Verarbeitung der Nutzungssituation. Die Usability trägt damit maßgeblich dazu bei, ob der Nutzer eine positive oder negative User Experience erfährt. In der Abbildung 2.3 ist der Zusammenhang zwischen UX und Usability grafisch dargestellt.

---

<sup>108</sup> Vgl. ProContext Consulting GmbH/Copyright © 2003 - 2019: Usability und User Experience unterscheiden – ProContext Consulting GmbH (<https://www.procontext.de/aktuelles/2010/03/usability-und-user-experience-unterscheiden.html>, zuletzt aufgerufen am 23.09.2019).

<sup>109</sup> »Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010« 2010, S. 7.

<sup>110</sup> Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010 [wie Anm. 109], S. 7.

<sup>111</sup> Ebd.

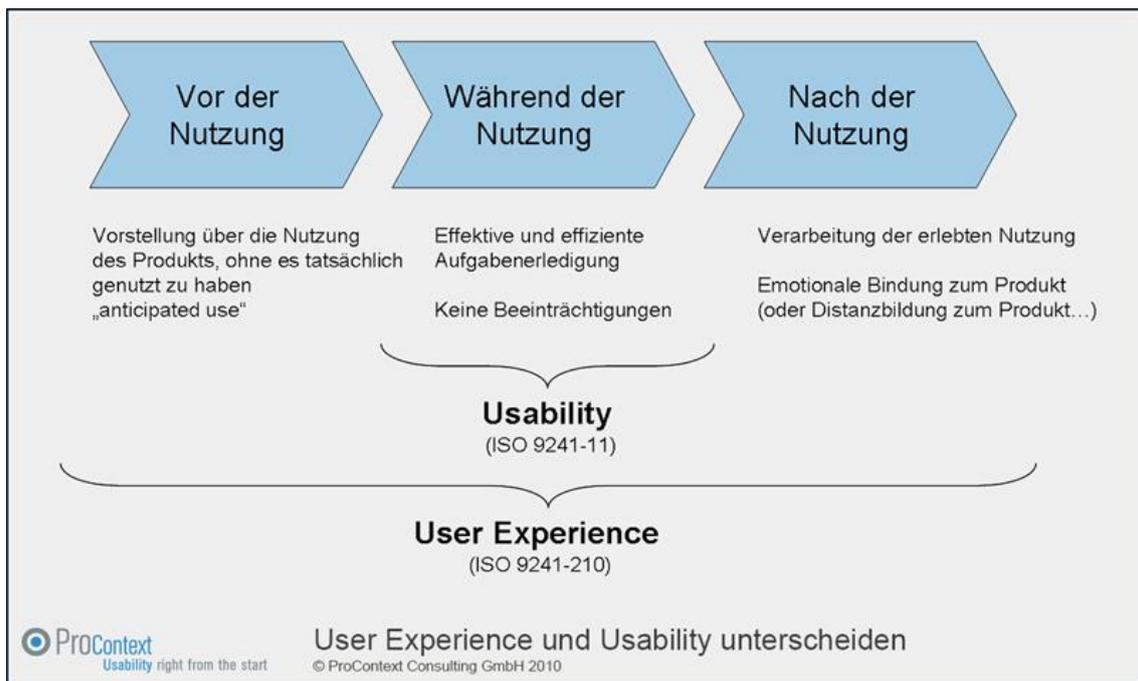


Abbildung 2.3: Abgrenzung Usability und User Experience<sup>112</sup>

## 2.7.6 Designprinzipien nach Donald Norman

Wie im historischen Abriss von RICHTER und FLÜCKIGER bereits aufgeführt, hat Donald Norman in seiner Arbeit „The Psychology of Everyday Things“ die Designprinzipien von alltäglichen Dingen veröffentlicht. Nach DONALD NORMAN sind dies die folgenden sechs Punkte:<sup>113</sup>

### 1. Consistency / Konsistenz

Interaktionen mit einem Produkt oder Software muss Konsistenz sein. Das heißt die selbe Aktion muss zu jeder Zeit dieselbe Reaktion hervorrufen.

### 2. Visibility / Sichtbarkeit

Alle Bedienelemente und Handlungsoptionen eines Produkts müssen für den Nutzer klar erkennbar sein und der Nutzer muss erkennen, welche Handlungsoptionen welchen Bedienelementen zugeordnet sind.

### 3. Affordance / Affordanz

Im deutschen wird Affordance im Zusammenhang mit Design auch mit Angebotscharakter übersetzt, das bedeutet eine hohe Affordance eines Interaktionselements verdeutlicht dem Nutzer, wie er das Element zu benutzen hat und welche Auswirkung es hat.<sup>114</sup>

Affordanz ist die Beziehung zwischen dem, wie etwas aussieht und wie es verwendet wird. Affordanz kann mit Intuition verglichen werden. Der Nutzer muss dem Produkt intuitiv ansehen, wie es zu verwenden ist und was damit ausgelöst wird.

<sup>112</sup> ProContext Consulting GmbH/Copyright © 2003 - 2019, Usability und User Experience unterscheiden – ProContext Consulting GmbH [wie Anm. 108].

<sup>113</sup> Vgl. Norman, The design of everyday things [wie Anm. 97], S. 9–30.

<sup>114</sup> Vgl. Holzer, Philipp: The term "affordance" in UI design ([http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/mmi\\_ws0506/essays/uebung2-holzer.html](http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/mmi_ws0506/essays/uebung2-holzer.html), zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

#### 4. Mapping / Zuordnung

Mapping ist die Beziehung zwischen Bedienung und Wirkung. Die Idee ist, dass bei gutem Design die Steuerung von etwas genau dem ähnelt, was sie bewirkt.

Beispiel: Die Schalter einer elektrischen Sitzeinstellung bei einem Auto sind so designt und angeordnet, dass jeder Schalter ein Element des Autositzes darstellt. Ein Schalter stellt das Sitzpolster dar, ein Schalter die Rückenlehne und weiter Schalter die Kopfstütze.

#### 5. Feedback / Rückmeldung

Das Feedback ist die Rückmeldung an den Nutzer. Der Nutzer muss bei jeder Aktion eine entsprechende Reaktion erhalten, damit dem Nutzer bewusst wird was er mit seiner Aktion auslöst und in welchem Status sich der damit ausgelöste Prozess befindet.

Beispiel: Beim Verriegeln des Autos leuchten die Vorder- und Rückleuchten auf, ein Signalton ertönt.

#### 6. Constraints / Grenzen

Gutes Design offenbart dem Nutzer seine Interaktionsgrenzen. Das Ziel ist nur bestimmte Interaktionen zuzulassen, um dem Nutzer klare Handlungswege vorzugeben und Fehler in der Benutzung zu verhindern.

Beispiel: Die Kapseln für eine Nespresso Maschine sind genauso designt, dass sie in genau eine Position in die Maschine eingelegt werden können.

NORMAN bringt sehr gut zur Geltung, welche Dinge beim Entwurf und der Entwicklung beachtet werden sollten, damit für den Nutzer ein gut bedienbares Produkt entsteht.

### 2.7.7 Was ist gutes Design

Dieter Rams stellte sich bereits in den späten 1970er-Jahren die Frage, ob sein Design gutes Design ist. Rams formulierte als Antwort auf seine Frage zehn Thesen für gutes Design.<sup>115</sup>

Rams wurde 1932 in Wiesbaden geboren. Rams Großvater war Schreiner, weshalb er früh eine Neigung für dieses Handwerk entwickelte, welche ihn später zur Architektur führte. Nach dem er 1955 bei Braun mit der Aufgabe die Geschäftsräume zu modernisieren und zu gestalten eingestellt wurde, wurde sein Talent schnell erkannt. Fortan wurde Rams von der Designabteilung in die Entwurfsarbeit miteinbezogen. Von 1961 bis 1995 leitete Rams die Designabteilung bei Braun. Ein sehr berühmtes Ergebnis seiner Arbeit ist der Phonosuper SK4 von 1956, welcher aufgrund des Plexiglasdeckels „Schneewittchensarg“<sup>116</sup> genannt wird. Rams ist der Überzeugung, dass das beste Design in enger Zusammenarbeit zwischen Unternehmer und Designer entsteht.<sup>117</sup>

<sup>115</sup> Vgl. Der Wert von gutem Design [wie Anm. 95].

<sup>116</sup> Dieter Rams. Produktgestalter (\*1932) (<https://www.vitsoe.com/de/ueber-vitsoe/dieter-rams>, zuletzt aufgerufen am 12.11.2019).

<sup>117</sup> Vgl. ebd.



Abbildung 2.4: Braun Phonosuper SK4 („Schneewittchensarg“)<sup>118</sup>

Nachfolgend sind die Zehn Thesen von Dieter Rams aufgeführt und im Rahmen der Usability betrachtet.

### **Gutes Design ist innovativ<sup>119</sup>**

Der technologische Fortschritt aus Forschung und Entwicklung bietet immer wieder neue Möglichkeiten für zukunftsfähige Designkonzepte, die die Usability eines Produktes verbessert. Innovatives Design entsteht dabei stets in Verbindung mit innovativer Technik und niemals zum Selbstzweck.

Innovative Produkte mit innovativen Designs ermöglichen es Probleme und Aufgaben mit neuen Interaktionsmöglichkeiten effizienter und effektiver, als es mit den bis dato vorhandenen Produkten zu lösen.

Ein gutes Beispiel dafür stellt die Entwicklung der grafischen Benutzeroberfläche (GUI - englisch für „Graphical User Interface“) für den Computer da, welche davor über die Kommandozeile bedient worden. Mit Hilfe der GUI ist die Bedienung eines Computers für die meisten Menschen einfacher, weil sie über die Darstellung von Symbolen und Anzeigen intuitiv zu bedienen ist.

### **Gutes Design macht ein Produkt brauchbar<sup>120</sup>**

Produkte werden gekauft, um sie zu benutzen. Sie haben neben der Primärfunktion ergänzende psychologische und ästhetische Funktionen. Durch gutes Design wird die Brauchbarkeit optimiert und es bleibt alles unberücksichtigt, was diesem Ziel entgegenwirkt oder keinen Mehrwert zur Zielerreichung bringt

---

<sup>118</sup> Ebd.

<sup>119</sup> Vgl. Der Wert von gutem Design [wie Anm. 95].

<sup>120</sup> Vgl. ebd.

Diese These ist bezieht sich auf die Usability von Produkten. Mit Hilfe von gutem Design kann die Usability von Produkten erfüllt und optimiert werden und dadurch kann der Nutzer seine Ziele effizient und effektiv erreichen, womit die Zufriedenheit des Nutzers steigt.

### **Gutes Design ist ästhetisch<sup>121</sup>**

Rams stellt die These auf, dass die ästhetische Qualität eines Produktes integraler Aspekt seiner Brauchbarkeit ist. Die Ästhetik prägt sowohl das persönliche Umfeld als auch das Wohlbefinden.

Die Ästhetik eines Produktes wirkt sich positiv oder negativ auf die Emotionen des Benutzers aus. Deshalb beeinflusst die Ästhetik die User Experience.

### **Gutes Design macht ein Produkt verständlich<sup>122</sup>**

Die Verständlichkeit bezieht sich auf die Struktur eines Produkts. Das Produkt erklärt sich selbst und das Design zeigt dem Nutzer, wie es zu bedienen ist. Im besten Fall so, dass keine Bedienungsanleitung vor der Verwendung studiert werden muss.

Ist ein Produkt verständlich, dann lässt es sich durch den Anwender intuitiv bedienen. Der Nutzer kann schnell und ohne große Herausforderung mit dem Produkt interagieren. Das wirkt sich sowohl positiv auf die Usability als auch auf die User Experience aus. Denn, wenn das Produkt ohne großen initialen Aufwand benutzt werden kann, dann kann der Nutzer damit effizient und effektiv seine Aufgabe erledigen und durch die positiven Emotionen die dabei entstehen, wirkt sich dies ebenfalls auf die User Experience aus.

### **Gutes Design ist unaufdringlich<sup>123</sup>**

Das Produktdesign sollte neutral sein und nicht im Vordergrund stehen. Produkte sind dafür da eine Aufgabe oder einen Zweck zu erfüllen und dem Menschen Platz zur Selbstverwirklichung lassen.

Nach Rams sind Produkte keine Kunstwerke, sondern sie dienen als Werkzeug dazu eine Aufgabe zu erledigen.

### **Gutes Design ist ehrlich<sup>124</sup>**

Ein Produkt sollte genau die Funktionen nach außen darstellen, die ihm in Wirklichkeit inhärent sind. Die Vortäuschung von nicht vorhandenen Funktionen macht das Produkt nicht innovativer, leistungsfähiger und wertvoller. Ehrliche Produkte manipulieren den Verbraucher nicht.

Diese These bringt das Konzept der User Experience mit sich. Produkte mit ehrlichem Design zeigen vor der Verwendung genau auf, welche Bedürfnisse sie erfüllen und welche Aufgaben mit ihnen erledigt werden können. Sollte die Bedürfnisse oder die Aufgaben, wie versprochen nicht erfüllt und zufriedenstellend erledigt werden, dann fällt die Erfahrung mit dem Produkt entsprechend schlecht aus.

---

<sup>121</sup> Vgl. ebd.

<sup>122</sup> Vgl. ebd.

<sup>123</sup> Vgl. ebd.

<sup>124</sup> Vgl. ebd.

---

### **Gutes Design ist langlebig<sup>125</sup>**

Das Design des Produktes soll so gestaltet sein, dass es auch lange Jahre nach der Veröffentlichung nicht antiquiert wirkt und somit das Produkt in der Wegwerfgesellschaft überlebt.

Die Langlebigkeit hat positive Auswirkung auf die Usability und User Experience, denn dadurch das Produkte langlebig sind, kann der Nutzer das Produkt immer wieder für seine Aufgaben einsetzen. Dies bewirkt ein positives Nutzererlebnis. Bei Software kann die Langlebigkeit durch Updates gewährleistet werden. Mittels Updates können neue Funktionen die Software erweitern, die im besten Fall auch die Bedürfnisse der Nutzer erfüllt. Jedoch müssen Hersteller oder Entwickler darauf achten, dadurch die Usability bzw. die User Experience zu gefährden. Sind die Updates kostenpflichtig oder werden dem Kunden aufgezwungen, um die Software oder bestimmte Funktionen weiterhin zu nutzen, dann ist die Langlebigkeit nicht mehr gegeben. Ebenfalls problematisch ist es, wenn durch ein Update das gewohnte User Interface so überarbeitet wurde, dass der Nutzer die Bedienung erst wieder erlernen muss. Die negativen Erfahrungen, die dadurch entstehen können zur Ablehnung führen.

### **Gutes Design ist konsequent bis ins letzte Detail<sup>126</sup>**

Im Design hat Zufall und Willkür nichts verloren. Durch Gründlichkeit und Genauigkeit soll dem Verbraucher der Respekt zum Ausdruck gegenüber gebracht werden.

Die Beachtung dieser These wirkt sich bei der Produktgestaltung ebenfalls positiv auf die Usability und auf die User Experience auf. Sind das Design und die Funktionen des Produktes durchdacht, so findet sich der Nutzer schneller zu Recht, als bei einem Produkt, welches diese Eigenschaft nicht besitzt. Das bewirkt wiederum, dass der Nutzer seine Aufgaben schneller und einfacher lösen kann.

### **Gutes Design ist umweltfreundlich<sup>127</sup>**

Mit gutem Design kann ein wichtiger Beitrag durch Schonung der Ressourcen und Minimierung von physischer und visueller Verschmutzung in der Produktgestaltung zur Erhaltung der Umwelt geleistet werden.

Die Umweltfreundlichkeit hat keinen Einfluss auf die Usability des Produkts. Aber hinsichtlich der User Experience, spielt sie dafür eine wichtige Rolle. Negative Umweltfaktoren eines Produktes führen eher zu einem schlechten Nutzererlebnis, sofern diese dem Nutzer bewusst sind. Ist dem Nutzer hingegen bewusst, dass ein Produkt die Umwelt schont, ist das Nutzererlebnis mit dem Produkt eher positiv.

### **Gutes Design ist so wenig Design wie möglich<sup>128</sup>**

Bei gutem Design kommt es auf das Wesentliche an, statt die Produkte mit überflüssigem Gestaltungselementen zu überfrachten. Es zählt weniger Design ist mehr und gutes Design konzentriert sich auf das Pure und Einfache.

---

<sup>125</sup> Vgl. ebd.

<sup>126</sup> Vgl. ebd.

<sup>127</sup> Vgl. ebd.

<sup>128</sup> Vgl. ebd.

Durch gutes Design sollen die Funktionen des Produktes gut zu Geltung kommen. Der Benutzer soll nicht mit der Komplexität an Funktionen und Interaktionselement überfrachtet werden, damit die Übersichtlichkeit vorhanden bleibt. Allerdings kann es auch passieren, dass zu wenig oder nicht die richtigen Funktionen aus Sicht einer bestimmten Nutzergruppe vorhanden sind und die Bedürfnisse nicht erfüllt werden. Somit kann zu wenig Design sich negativ auf die Usability auswirken.

## 2.8 Usability-Methoden

Usability entsteht nicht einfach, weil sich die Benutzer an Produkte gewöhnen und es ihnen dadurch mit der Zeit leichter fällt die Produkte zu benutzen und sie den Umgang mit ihnen erlernen, sondern durch eine ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweise. Die Disziplin, die sich mit der Erschaffung von Usability befasst, wird als Usability Engineering bezeichnet. D. MAYHEW definiert Usability Engineering als „a discipline that provides structured methods for achieving usability in user interface design during product development“<sup>129</sup>. Das Ziel ist es mit strukturierten Methoden während der Produktentwicklung die Usability zu erreichen und eine geeignete Benutzerschnittstelle zu designen. RICHTER und FLÜCKIGER ergänzen zu Ihrer Definition, dass die Benutzergruppe und Arbeitsabläufe analysiert werden, sowie die Entwicklung der Funktionen und Benutzerschnittstelle:

*„Usability Engineering umfasst Mittel und Techniken, um bei der Entwicklung neuer Software oder Produkte die angestrebte Benutzbarkeit zu erreichen. Dies beinhaltet die Fragestellung, wer die genaue Benutzergruppe ist, die Analyse der Arbeitsabläufe sowie die Festlegung der idealen Funktionalität und Konzeption einer passenden Benutzerschnittstelle“<sup>130</sup>*

Weiter listen RICHTER und FLÜCKIGER die gängigsten Methoden auf und ordnen sie den entsprechenden Aufgabenbereichen zu, in den sie zum Einsatz kommen. Zunächst werden die einzelnen Aufgabenbereiche, in den Einfluss auf die spätere Usability genommen werden kann, vorgestellt. Im Anschluss daran werden die Methoden vorgestellt, welche in dieser Arbeit an einem Beispiel untersucht werden.

Die Aufgabenbereiche im Usability Engineering sind:<sup>131</sup>

- **Analyse**  
In der Analyse werden der Benutzer und sein Nutzungskontext untersucht.
- **Modellieren**  
Auf Basis der Analyse wird die erste Lösung entworfen und optimiert
- **Spezifikation**  
Wenn definiert ist wie die Lösung aussehen soll, können die Anforderung für die Entwicklung spezifiziert werden
- **Realisierung**  
In der Realisierung werden die Anforderungen an ein technisches Design umgesetzt und die Software oder das Produkt „realisiert“.

---

<sup>129</sup> Mayhew, Deborah J.: The usability engineering lifecycle. A practitioner's handbook for user interface design. San Francisco, Calif. 1999, S. 2.

<sup>130</sup> Richter/Flückiger, Usability Engineering kompakt [wie Anm. 94], S. 7.

<sup>131</sup> Vgl. ebd., S. 19.

- **Evaluation**

Die Software oder das Produkt wird mithilfe von Benutzern evaluiert. Das heißt es wird überprüft, ob die Resultate den Anforderungen der Benutzer entsprechen und im Bedarf wird entsprechend optimiert.

RICHTER und FLÜCKIGER stellen hier nur die Aufgabenbereiche vor. Das heißt nicht, dass dies als Handlungsfolge eines Entwicklungsprozesses zu verstehen ist, denn die Abfolge erinnert stark an das Wasserfallmodell. Der gesamte Entwicklungsprozess sollte möglichst kurz, iterativ und agil gestaltet sein, damit Fehler frühzeitig erkannt werden und damit kostengünstig beseitigt werden können. Das Wasserfallmodell ist nicht zu empfehlen, denn es ist nicht iterativ, das heißt nach dem ersten Durchlauf ist der Prozess abgeschlossen und das Testen des Produktes erfolgt erst nach der Realisierung. Wenn in der Entwicklung an einem Produkt mehrere Monate verstreichen und der Fehler erst in der Evaluation gefunden wird, ist die Fehlerbeseitigung sehr aufwendig und teuer. Unter Umständen kann der Fehler auch nicht mehr rückgängig gemacht werden. Deshalb ist es wichtig Fehler jeglicher Art zu minimieren und frühzeitig zu erkennen.<sup>132</sup>

In der Software Entwicklung haben sich agile Methoden, wie Scrum bewährt, denn dort findet in kurzen Feedbackzyklen ein Austausch zwischen den Beteiligten Personen statt. Es kann vorkommen das Anforderungen falsch verstanden werden oder Fehler in der Analyse aufgetreten sind, und so können mit Hilfe von Entwürfen und Prototypen Teile des Produktes frühzeitig vorgestellt werden. Der Kunde kann sein Feedback abgeben und im Bedarf können die Prototypen optimiert oder verworfen werden.<sup>133</sup>

Das Ziel des Usability Engineering ist es die Usability eines Produktes so zu erzeugen, dass der Nutzer bei der Erledigung seiner Aufgabe und dem Erreichen seines Ziels optimal unterstützt wird. Bei der Entwicklung von Produkten sind weniger Features mehr. Mehr Funktionen erhöhen in der Regel die Komplexität und können somit die Nutzer überfordern. Ist ein Produkt zu komplex und übersteigt die Komplexität den Nutzen aus der Benutzersicht, wird das Produkt nicht akzeptiert und die Kunden weichen auf andere Konkurrenzprodukte aus.<sup>134</sup>

Fazit: Usability Engineering deckt Zielkonflikte zwischen den Anforderungen der Nutzer und den Produkteigenschaften bereits zu Beginn der Produktentwicklung auf. Die Zielgruppe, der Nutzungskontext, sowie Problemstellung wird herausgestellt. Daraufhin wird eine Lösung zur Beseitigung des Problems konzipiert. Während der Entwicklung wird geprüft, ob der erste Lösungsentwurf die Anforderungen der Nutzer erfüllt. Der Entwurf wird daraufhin optimiert. Am Ende des Prozesses wird die Lösung evaluiert und bei Bedarf weiter optimiert, so dass die fertige Lösung die Anforderungen der Benutzer erfüllen und eine gute Usability gegeben ist.

Die Tabelle 2.6 zeigt einige gängige Methoden, die sich in der Praxis bewährt haben, um eine gut funktionierende und benutzbare Software (oder auch Produkt) zu entwickeln.

---

<sup>132</sup> Vgl. ebd.

<sup>133</sup> Vgl. ebd., S. 14–15.

<sup>134</sup> Vgl. ebd., S. 7.

<b>Methode</b>	<b>Zweck</b>	<b>Einsatzzeitpunkt</b>
<b>Contextual Inquiry</b>	Analyse der Benutzer und Einsatzumfeld	Analyse
<b>Personas und Szenarien</b>	Modellieren der unterschiedlichen Benutzergruppen und der Anwendung aus Benutzersicht	Modellierung
<b>Storyboards</b>	Kommunizieren von ausgewählten Abläufen mit dem neuen System	Modellierung, Spezifikation
<b>User Interface Prototyping</b>	Klären der Anforderungen, Konzipieren und Optimieren der Benutzerschnittstelle	Modellierung, Spezifikation, Realisierung
<b>Use Cases und User Stories</b>	Funktionale Anforderungen in die Entwicklung tragen	Modellierung, Spezifikation
<b>Guidelines und Styleguides</b>	Definieren der Gestaltungsrichtlinien	Spezifikation Realisierung
<b>Usability Testing</b>	Beurteilen des neuen Systems durch Benutzer	Evaluation
<b>Fragebögen</b>	Sammeln aussagekräftiger Zahlen zur Analyse von Benutzern und Kontext oder zur Beurteilung eines Systems oder Prototyps	Evaluation

Tabelle 2.6: Wichtige Usability-Methoden nach RICHTER und FLÜCKIGER<sup>135</sup> - Einsatzzeitpunkt ergänzt

## 2.8.1 Personas

Eine Persona ist eine Methode, um Gruppen von Nutzern nach verschiedenen Zielen, Verhaltensweisen und Eigenschaften in Bezug auf ein Produkt oder eine Dienstleistung in eine Zielgruppe einzuordnen. Die Zielgruppe wird durch eine Persona repräsentiert. Die Methodik geht auf den Softwareentwickler Alan Cooper zurück.<sup>136</sup> Der Begriff Persona leitet sich aus dem griechischen Theater in der Antike ab. Die Analogie ist, dass dort die Persona als Maske von Schauspielern getragen wurde und jeder Schauspieler einen bestimmten Charakter spielte, welcher bestimmte Merkmale und Eigenschaften aufweist. Das Ziel dieser Methodik ist die wichtigsten Nutzergruppen für ein Produkt zu identifizieren und zu charakterisieren.

Mit Personas werden die Nutzer in verschiedene Benutzergruppen unterteilt, welches sich durch ihre Merkmale, wie z.B. Ziele und Eigenschaften klar voneinander abgrenzen. Die Informationen um eine Persona zu erstellen, stammen aus Beobachtung und Interviews wie unter anderem dem Contextual Inquiry, Fragebögen oder Usability Walkthroughs. Dabei werden mehrere Personas erstellt, welche folgende Eigenschaften enthalten können:<sup>137</sup>

- Vor- und Nachname (fiktiv)
- Foto (um die Persona noch vorstellbarer zu gestalten)
- Tätigkeit/Arbeitsrolle

<sup>135</sup> Ebd., S. 29–96.

<sup>136</sup> Vgl. Cooper, Alan/Reimann, Robert/Cronin, David/Noessel, Christopher: About Face. The Essentials of Interaction Design. New York, NY 2014, S. 61–98.

<sup>137</sup> Vgl. Richter/Flückiger, Usability Engineering kompakt [wie Anm. 94], S. 40; Hartson, Rex/Pyla, Pardha S.: The UX book. Process and guidelines for ensuring a quality user experience. Amsterdam 2012, 268 ff.

- Familienstand
- Alter
- Ziele
- Wünsche
- Werte, Ängste, Sehnsüchte, Vorlieben
- Ausbildung/Wissen
- Computerkenntnisse
- Einstellung zum Produkt
- Einstellung zur Technologie des Produkts
- Verhaltensmuster und Vorgehensweisen
- Hobbys
- Erwartungen an neue Lösungen
- Einschränkungen durch aktuelle Lösung

Durch die Klassifizierung der Nutzer in Personas entstehen verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Präferenzen. Die Unterscheidung fördert die Fokussierung auf eine bestimmte Persona, aus der sich die Anforderungen an ein Produkt ableiten lassen. Die Tabelle 2.7 stellt die Fokussierung auf bestimmter Personas in ihrer Bedeutung für ein Produkt dar. Für

<b>Persona Typ</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>Primäre Persona</b>	Stellen die Hauptzielgruppe da. Für sie wird das Produkt entwickelt, optimiert und die Benutzerschnittstelle erstellt.
<b>Sekundäre Persona</b>	Die Anforderungen sind größtenteils durch die primäre Persona abgedeckt. Kleine Erweiterungen sind nötig um zusätzliche Eigenschaften umzusetzen.
<b>Ergänzende Persona</b>	Die Anforderungen sind vollständig durch die primäre Persona abgedeckt
<b>Non-Persona</b>	Nutzergruppe wird nicht berücksichtigt

Tabelle 2.7: Kategorisierung der Personas<sup>138</sup>

### Fazit zu Personas

Das Ergebnis dieser Methode ist die herausgearbeitete Zielgruppe für ein Produkt(-gruppe) oder für Dienstleistungen und stellt für Unternehmen und Entwicklerteams ein wichtiges Kommunikationsmittel dar, damit sie sich stets vor Augen führen können für wen das Produkt entwickelt wird und welche Ziele und Aufgaben die Nutzer mit dem Produkt erreichen und erledigen können.

Personas unterstützen den Prozess die Usability für Produkte zu erzeugen, aber es besteht die Gefahr, dass falsche Personas entworfen werden und damit die Bedürfnisse der Nutzer nicht erkannt werden oder nicht hinreichend erfüllt werden. Des Weiteren dienen Personas im Produktentwicklungsprozess zur Modellierung von entsprechenden Zielgruppen. Dabei gilt es zu beachten, dass Personas zwar einen Mehrwert bilden, aber noch weitere Schritte wie z.B. die Evaluation der Usability folgen und Personas damit Nutzerstudien und Usability Test nicht ersetzen.

<sup>138</sup> Vgl. Richter/Flückiger, Usability Engineering kompakt [wie Anm. 94], S. 41.

## 2.8.2 Usability Test / Walkthroughs

Tests zur Bewertung der Usability können unterschieden werden zwischen formativen und summativen Evaluationstest.<sup>139</sup>

Ein **formativer Test** wird zur Verbesserung eines Systems oder Produktes angewendet. Dieser Test findet recht früh in der Entwicklung statt und wird an Mockups (Vorführmodell, Attrappe, Nachbildung) durchgeführt mit dem Ziel Probleme und Verbesserungsvorschläge für das Produkt aufzudecken.<sup>140</sup>

Der **summative Test** wird an fertigen Produkten durchgeführt. Das Ziel ist die abschließende Bewertung oder Überprüfung des Erfüllungsgrades der Usability festzustellen.<sup>141</sup>

Der Usability Test ist eine formaler Evaluation, die das Ziel hat, Verbesserungspotenziale des zu prüfenden Produktes aufzuzeigen. Neben der formalen Evaluation gibt es noch die summative Evaluation, mit der der Ist-Zustand der Usability eines Produktes im Vergleich zu Alternativprodukten oder im Hinblick auf die Erreichung eines vorgegebenen Usability-Grades erfasst wird.<sup>142</sup> Der Test wird in einem Testlabor (Usability Lab) durchgeführt. Dort erhalten die Nutzer Aufgaben die sie mit einem Produkt zu erledigen haben.

Der Usability Test kann auch in drei Phasen unterteilt werden, der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung. Der Test wird durch einen Testleiter geführt. Es gibt verschiedene Vorgehensweisen. Der Testleiter kann mit im Testraum sein und den Test moderieren oder der Testleiter befindet sich in einem separaten Raum. Das ist dann der unmoderierte Test, bei dem die Probanden keine weiteren Instruktionen während der Durchführung vom Testleiter erhalten. Zusätzlich können dem Test noch Stakeholder beiwohnen. Die Stakeholder können Entwickler, Entscheider oder auch Auftraggeber sein. Der Vorteil, dass Stakeholder den Test beobachten liegt darin, dass sie Probleme und Schwachstellen mit ihren eigenen Augen sehen. Das erleichtert in der Präsentation der Testergebnisse die Überzeugung der Stakeholder von beobachteten Problemen. Außerdem können im Anschluss des Testes die Beobachtung gemeinsam zwischen Testleiter und Stakeholdern besprochen und Probleme bewertet und priorisiert werden.

### Vorbereitung<sup>143</sup>

In der Vorbereitungsphase werden die Aufgaben, die die Testpersonen an dem zu prüfenden Produkt zu bearbeiten haben, zusammengestellt. Die Aufgaben müssen mit hoher Sorgfalt erstellt und ausgewählt werden, damit sie eine entsprechende Güte zur Bewertung der Usability aufweisen. Diese Aufgaben werden als Standardaufgaben bezeichnet. Des Weiteren erhalten für eine bessere Vergleichbarkeit der Tests, alle Testpersonen die gleichen Aufgaben. Eine gute Basis für die Aufgaben stellen Anwendungsszenarien bzw. Anwendungsfälle dar, da sie die geplanten Szenarien und Handlungsabläufe später realistisch abbilden. Das zu testende Produkt muss selbst für den Test und für die zu erledigenden Aufgaben so vorbereitet werden, dass ein realistisches Szenario entsteht. Eine weitere Aufgabe in dieser Phase ist es die geeigneten Testpersonen zu

---

<sup>139</sup> Vgl. ebd., S. 79–80.

<sup>140</sup> Vgl. ebd., S. 82.

<sup>141</sup> Vgl. Institut, Johner: Summative Evaluierung: Auf diese Punkte müssen Sie achten (<https://www.johner-institut.de/blog/iec-62366-usability/summative-evaluierung/>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

<sup>142</sup> Vgl. Richter/Flückiger, Usability Engineering kompakt [wie Anm. 94], S. 79–80.

<sup>143</sup> Vgl. ebd., S. 80.

finden. Die idealen Testpersonen stammen aus der Zielgruppe des Produktes, die z.B. mit Hilfe von Personas definiert worden.

Die Kriterien für Standardaufgaben sind<sup>144</sup>:

- Die Aufgabenstellung ist ein aus Benutzersicht realistisches Szenario und könnte sich tatsächlich so abspielen.
- Es wird ein Ziel aus Sicht des Anwendungsgebietes formuliert, keine technische Anleitung zur Erfüllung dieses Zieles.
- Die Aufgaben stellen für die Testpersonen einen mittleren Schwierigkeitsgrad dar. Sie sollten lösbar, jedoch nicht zu trivial sein.
- Begriffe und Bezeichnungen, welche in der Applikation vorkommen, sind zu vermeiden.

### **Durchführung<sup>145</sup>**

Bevor der Test beginnt führt der Testleiter die Testpersonen in die Ziele und den Ablauf des Tests ein. Während des Tests arbeitet die Testperson in einem Testraum die ihr gestellten Aufgaben ab. Der Testleiter beobachtet und dokumentiert das Geschehen. Die Aufzeichnung des Testes ist abhängig von dem zu testenden Produkt (z.B. physisches Produkt oder Software). Bei einer Software können die Bildschirminhalte, die der Nutzer sieht, aufgezeichnet werden. Das funktioniert bei einem physischen Produkt nicht, aber häufig werden der Ton im Testraum und das Videobild des Nutzers aufgezeichnet. Weitere Beobachter (Stakeholder) sitzen in einem anderem Raum und können den Test von dort aus verfolgen und ebenfalls dokumentieren.

### **Auswertung<sup>146</sup>**

In der Auswertung werden die Videos und Dokumentationen des Testes analysiert und besprochen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass Testpersonen ihre Erfahrungen gegenüber dem Moderator wiedergeben, so dass noch weitere Hinweise zum Produkttest zur Verfügung stehen.

Aus einem Beobachtungsraum können Auftraggeber und Testleiter live mitverfolgen, wie die Nutzer bei der Bearbeitung vorgehen und zurechtkommen. Im Anschluss an den Test werden die identifizierten Usability Probleme analysiert, priorisiert und Verbesserungsvorschläge für den Auftraggeber entwickelt. Die Probleme und Lösungsvorschläge werden in einem detaillierten Ergebnisbericht festgehalten und in einem Workshop werden mit Projektbeteiligten die Ergebnisse und Verbesserungsvorschläge besprochen.

### **Fazit**

Der Usability Test kann einige Stärken aufweisen. Es werden durch die Einbeziehung der Nutzer entschiedene Probleme und Schwachstellen eines Produktes offensichtlich und verständlich. Aus den Erkenntnissen kann ein Produkt dann gezielt optimiert werden. Der Test wird mit Nutzern durchgeführt, die der tatsächlichen Zielgruppe entsprechen. Während des Test bearbeiten die Teilnehmer realistische Aufgaben. Ein Testleiter beobachtet dabei, das Verhalten der Testpersonen und kann gezielt Nachfragen stellen. Mit dem Usability Test lässt sich jedes

---

<sup>144</sup> Vgl. ebd.

<sup>145</sup> Vgl. ebd., S. 81–82.

<sup>146</sup> Vgl. ebd., S. 83.

Produkt, das von einem Menschen bedient wird, testen. Die Tests können an fertigen Produkten oder Prototypen durchgeführt werden. Der Test an einem Prototyp gibt den Entwicklern ein frühzeitiges Feedback und verringert die Entwicklungskosten und gewährleistet gleichzeitig eine hohe Nutzerfreundlichkeit, da Probleme früh erkannt werden und die Produkteigenschaften kostengünstiger als bei einem fast fertigen Produkt auf die Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden. Der Test hat aber auch seine Schwächen. Die Aufgaben müssen sehr sorgfältig erstellt werden und die richtigen Testpersonen aus der Zielgruppe müssen rekrutiert werden. Die Durchführung und Auswertung des Tests, die Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen und die Erstellung des Testberichtes sind sehr zeitaufwendig.

Weitere Erkenntnisse bietet der Einsatz von Eye-tracking, mit dem der Blickverlauf der Nutzer sichtbar wird. Das Eye-Tracking liefert fundierte Daten darüber, welche Elemente die Aufmerksamkeit des Nutzers auf sich ziehen und welche Bereiche überhaupt nicht beachtet werden. Es gibt auch die Möglichkeit, mit mobilen Testlabs die Usability von Produkten zu evaluieren. Dieser Test kann an jedem beliebigen Ort durchgeführt werden. Zum Beispiel bei Kunden vor Ort, bei Nutzern zu Hause, am Arbeitsplatz oder mit Anwendern unterwegs.

# 3 IoT: Einsatzbereiche, Smart Home, Produkte

---

In diesem Abschnitt wird die Usability in dem Anwendungsgebiet Smart Home untersucht. Zunächst werden hierzu weitere Anwendungsbeispiele in IoT aufgelistet, anschließend werden die technischen Bestandteile näher erläutert und der letzte Teil des Kapitels widmet sich dem Anwendungsbeispiel Smart Home.

## 3.1 IoT Einsatzbereiche

Das Internet der Dinge bietet eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten für die verschiedensten Einsatzbereiche. Der Deutsche Bundestag listete 2012 einige Einsatzbereiche auf. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung sprach der Bundestag noch von IoT als Vision, die bisher nur in wenigen Bereichen als technische Vorstufe umgesetzt werden konnte.<sup>147</sup>

- Logistik (mittels RFID)
- Smart Meters (intelligente Gas- und Stromzähler)
- Smart Grid (intelligente Versorgungslandschaft unter Einbeziehung von Stromerzeuger und Energiearten)
- Smart Factory (intelligente Fabrik)
- Gesundheit
- Smart Traffic (vernetzter Autoverkehr)
- Ambient Assisted Living (altersgerechte Assistenzsysteme)

Die Deutsche Telekom teilt ihre IoT in die Bereiche „Transport & Logistik“, „Handel“, „Gesundheit“, „Automotive und Industrielle Fertigung“, „Smart City“ und „Smart Factory“, „Tracking & Monitoring“, „Mobility“, „Smart Home“ auf.<sup>148</sup>

Die International Data Group (IDG) Research Service veröffentlichte 2018 und 2019 Studien in der unter anderem eine Unternehmensumfrage zu möglichen Einsatzszenarien von IoT-Anwendungen dargestellt ist.<sup>149</sup> In diesen Umfragen wurden 2018 310 und 2019 342 Unternehmen befragt, welchen Kategorien sie derzeit und zukünftig IoT-Anwendungen zuordnen (siehe Tabelle A 1). Die Tabelle 3.1 zeigt die Ergebnisse der Umfrage aus dem Jahr 2019. Nach der Studie gibt es in den Kategorien Industrie 4.0 (27,8%), Qualitätskontrolle (26,3%) und Logistik (26,9%) die meisten Anwendungsfälle. Im direkten Vergleich der beiden Studien fällt auf, dass die Verbreitung von Anwendungen in den Unternehmen im Durchschnitt über alle Kategorien um 13,39% gestiegen ist. Jedoch geht aus der Studie nicht weiter hervor, welche

---

<sup>147</sup> Vgl. Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag, Internet der Dinge [wie Anm. 56], S. 2.

<sup>148</sup> Vgl. IoT Lösungen, Netze & Plattformen der Telekom (<https://iot.telekom.com/iot-de>, zuletzt aufgerufen am 22.09.2019).

<sup>149</sup> Vgl. International Data Group: Studie Internet of things 2018 ([https://iot.telefonica.de/wp-content/uploads/2018/01/IoT\\_Studie\\_Deutschland\\_2018.pdf](https://iot.telefonica.de/wp-content/uploads/2018/01/IoT_Studie_Deutschland_2018.pdf), zuletzt aufgerufen am 22.09.2019); International Data Group: Studie Internet of things 2019 ([https://www.quintessence.com/hubfs/Kundendownloads/IDG-Studie\\_IoT\\_2018\\_2019.pdf](https://www.quintessence.com/hubfs/Kundendownloads/IDG-Studie_IoT_2018_2019.pdf), zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

Unternehmen befragt und ob die selben Unternehmen in beiden Jahren befragt worden. Dennoch zeigt die Umfrage, dass IoT vielseitig in verschiedenen Bereichen eingesetzt wird und die Unternehmen in allen Bereichen Wachstums Möglichkeiten für IoT sehen. In der Studie werden die Kategorien Predictive Maintenance (deutsch: prädiktive Instandhaltung) und Smart Supply Chain (intelligente Lieferkette) extra aufgeführt, könnten aber ebenso dem Bereich Industrie 4.0 zugeordnet werden. Die Kategorie Neue B2C-Produkte (B2C: Kommunikations- und Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen und Privatpersonen) können verschiedene Produkte sein, welche auch auf bereits aufgeführte Kategorien zugeordnet werden können. Aus dieser Kategorie geht nicht hervor, um was es sich dabei handeln kann. Dennoch finden sich auch hier die Kategorien Smart Home, Logistik, Smart Grid, Smart City oder auch das vernetzte Auto aus der Kategorie Connected Car wie in anderen Quellen wieder.

Der Vielfalt an Anwendungsmöglichkeiten sind theoretisch keine Grenzen gesetzt. Der Markt wird sich auch in Zukunft weiterentwickeln und es werden neue innovative Anwendungen entstehen und andere Anwendungen werden wieder verschwinden.

<b>IoT Anwendungsfälle 2019 nach Kategorien (n=342)</b>	<b>Verbreitung 2019 in %</b>
Connected Industry / Vernetzte Produktion (Industrie 4.0)	27,8
Logistik	26,9
Qualitätskontrolle	26,3
Smart Connected Products	23,7
Connected Building / Gebäudemanagement	22,2
Sales (Verkaufssteuerung)	21,9
Kundenbindung / Customer Loyalty	21,6
Smart Home	20,8
Smart Supply Chain	19,9
Smart Retail	18,7
Predictive Maintenance	17,8
Connected Car / Flottenmanagement	17
Smart Grid / Smart Energy	16,7
Zeitmanagement	16,4
Smart City	16,1
Neue B2C-Produkte	16,1
Smart Agriculture	15,2
Connected Health	15,2

Tabelle 3.1: IoT Anwendungsfälle 2019 nach Kategorien<sup>150</sup>

### 3.2 Smart Home

In diesem Kapitel wird die Usability von Smart Home Produkten und Dienstleistungen untersucht. Zunächst wird der Begriff Smart Home definiert und zur Gebäudeautomation abgegrenzt. Im Anschluss daran werden die Produkt- und Servicebestandteile im Smart Home vorgestellt.

<sup>150</sup> Vgl. International Data Group, Studie Internet of things 2019 [wie Anm. 149].

Die Idee und die Geschichte zu Smart Home ist nicht neu, denn bereits in den 80er Jahren wurde der Term als „Smart House“ geboren. In den 80er und 90er Jahren worden auch die Begriffe „domotics“ (englisch für Gebäudeautomation) und „house automation“ (englisch für Heimautomation) verwendet. Die Realisierung „intelligenter Häuser“ war zur damaligen Zeit oftmals nur einer kleinen reichen Kundschaft zugänglich, da die Technologie für Privatkunden nicht erschwinglich war. Die Industrie konzentrierte sich daher nur auf den B2B-Sektor.<sup>151</sup>

Erst durch immer kleiner werdende und günstigere Mikrocontroller und die Möglichkeit diese in verschiedene Alltagsgegenstände einzubetten, öffnete sich der Markt mit den ersten smarten Gegenständen für den privaten Sektor, wie zum Beispiel dem ersten smarten Kühlschrank von LG aus dem Jahr 2000<sup>152</sup>, der in Abbildung 3.1 dargestellt ist.



Abbildung 3.1: LG DIOS R-S73CT der erste intelligente Kühlschrank<sup>153</sup>

Der Begriff Smart Home bezieht sich im Vergleich zu „domotics“ auf Wohngebäude oder Wohnungen. Smart Home kann als Sammelbegriff für verschiedene Arten von technischen Systemen in Wohnungen oder Wohnhäusern, mit dem Ziel die Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und Energieeffizienz auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen sowie automatisierbarer Abläufe zu verbessern, verstanden werden.<sup>154</sup>

Im Vergleich dazu wird die Gebäudeautomation (GA), die nach der DIN EN ISO 16484-2:2004-10<sup>155</sup> genormt ist, als [...]Einrichtungen zur selbsttätigen Steuerung, Regelung und Überwachung von komplexen gebäudetechnischen Anlagen sowie zur Erfassung von Betriebsdaten

<sup>151</sup> Vgl. Deschamps-Sonsino, Alexandra: Smarter Homes. Berkeley, CA 2018, xvi.

<sup>152</sup> Vgl. ebd., S. 101.

<sup>153</sup> Ebd., S. 102.

<sup>154</sup> Fokusgruppe Connected Home des Nationalen IT-Gipfels: Vor dem Boom –Marktaussichten für Smart Home

(<https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/noindex/Publikationen/2014/Studien/Marktaussichten-fuer-Smart-Home/141023-Marktaussichten-SmartHome.pdf>), S. 8.

<sup>155</sup> »DIN EN ISO 16484-2:2004-10, Systeme der Gebäudeautomation (GA)\_- Teil\_2: Hardware (ISO\_16484-2:2004); Deutsche Fassung EN\_ISO\_16484-2:2004«. Berlin.

zusammengefasst.<sup>156</sup> verstanden. Und weiter ist GA „die Bezeichnung der Einrichtungen, Software und Dienstleistungen [...] und Optimierung sowie für Bedienung und Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung“<sup>157</sup>.

Die Gebäudeautomatisierung bezieht sich eher auf Büro-, Industrie- und öffentliche Gebäude, aber nicht auf private Haushalte oder Wohngebäude, obgleich die Ziele ähnlich dem von Smart Home Anwendungen sind. Mit GA sollen Gebäude energieeffizient, wirtschaftlich, sicher, komfortable, alltagserleichtern und unterstützend für hilfsbedürftige Menschen sein. Dennoch werden im Smart Home nur B2C Geschäftsbeziehungen berücksichtigt.<sup>158</sup>

Weitere verwandte Begriffe sind „Smart Living“ und „Intelligentes Wohnen“. Sie werden als Synonym verwendet. Letztlich geht es aber bei allen Begriffen darum, einen Wohnraum mit sensor- und informationstechnischen Geräten so auszustatten, dass Geräte innerhalb des Wohnraums und Haustechniken vernetzt und aus der Ferne steuerbar sind. Dadurch können Abläufe automatisiert und auf die Bedürfnisse der Bewohner angepasst werden.<sup>159</sup>

Obwohl bereits 2000 der erste Smarte Kühlschrank veröffentlicht wurde und fortan weitere Produkte auf den Markt kamen<sup>160</sup>, scheint der Begriff Smart Home in der Bevölkerung nicht sehr geläufig zu sein. Aus einer Umfrage von 2016 geht hervor, dass die Hälfte der Verbraucher mit dem Begriff „Smart Home“ nichts anfangen können.<sup>161</sup> Andererseits 98% Interesse an Smart Home haben, wenn ihnen die Anwendungsszenarien erklärt werden.<sup>162</sup> Wie schon aus der Definition zu Smart Home geht aus weiteren Umfragen hervor, dass die Gründe für die Nutzung von Smart Home Anwendungen eine höhere Sicherheit (61%), mehr Komfort und Lebensqualität (57%) und das Sparpotenzial durch eine höhere Energieeffizienz sind.<sup>163</sup> Dem gegenüber stehen Gründe für die Nichtnutzung von Smart Home Lösungen.<sup>164</sup> 38% der Nutzer sagen, dass die derzeitigen Marktlösungen zu teuer sind. Mangelnder Datenschutz ist ebenfalls ein Hauptgrund (33%) und weitere Erkenntnisse sind, dass die Technologie nicht ausgereift sei (22%), kein Mehrwert erkennbar sei (21%) und die Installation (21%) und die Bedienung (15%) zu kompliziert ist. Des Weiteren bringen Smart Home Lösungen weitere Herausforderungen mit

<sup>156</sup> BauNetz: Aufbau und Aufgaben der Gebäudeautomation | Elektro | Gebäudeautomation | Baunetz\_Wissen (<https://www.baunetzwissen.de/elektro/fachwissen/gebäudeautomation/aufbau-und-aufgaben-der-gebäudeautomation-153096>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

<sup>157</sup> DIN EN ISO 16484-2:2004-10, Systeme der Gebäudeautomation (GA)\_ Teil\_2: Hardware (ISO\_16484-2:2004); Deutsche Fassung EN\_ISO\_16484-2:2004 [wie Anm. 155].

<sup>158</sup> Vgl. Smart Home - Deutschland | Statista Marktprognose (<https://de.statista.com/outlook/279/137/smart-home/deutschland>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

<sup>159</sup> Vgl. Das Smart Home der Telekom entdecken | Telekom (<https://www.telekom.de/festnetz/smart-home>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

<sup>160</sup> Vgl. Automatisierung: Wird das noch was mit dem Smart Home? (<https://www.zeit.de/zeit-wissen/2018/02/automatisierung-smart-home-intelligentes-wohnen-praxis>, zuletzt aufgerufen am 07.10.2019).

<sup>161</sup> Vgl. TNS Infratest: Umfrage zur Bekanntheit digitaler Begriffe in Deutschland 2016 (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/518654/umfrage/bekanntheit-digitaler-begriffe-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2019).

<sup>162</sup> Vgl. Telekom/Qivicon: MARKTANALYSE - Wachstumschancen für Unternehmen im Smart Home-Markt ([www.telekom.com/2Fresource%2Fblob%2F316380%2F7628616183ba0cddec9fec3a82f1a7a7%2Fdl-marktanalyse-wachstumschancen-fuer-unternehmen-data.pdf](http://www.telekom.com/2Fresource%2Fblob%2F316380%2F7628616183ba0cddec9fec3a82f1a7a7%2Fdl-marktanalyse-wachstumschancen-fuer-unternehmen-data.pdf), zuletzt aufgerufen am 29.09.2019), S. 8.

<sup>163</sup> Vgl. Deloitte, Smart Home Consumer Survey 2018 [wie Anm. 4], S. 14.

<sup>164</sup> Vgl. ebd., S. 15.

sich. Die Themen Haftung, Gewährleistung, Kompatibilität, IT-Sicherheit, Datensicherheit und Datenschutz stehen den Zielen und Vorteilen von Smart Home gegenüber.<sup>165</sup> Die Abbildung 3.2 zeigt zusammenfassend die Ziele von und die Argumente gegen Smart Home grafisch dar.

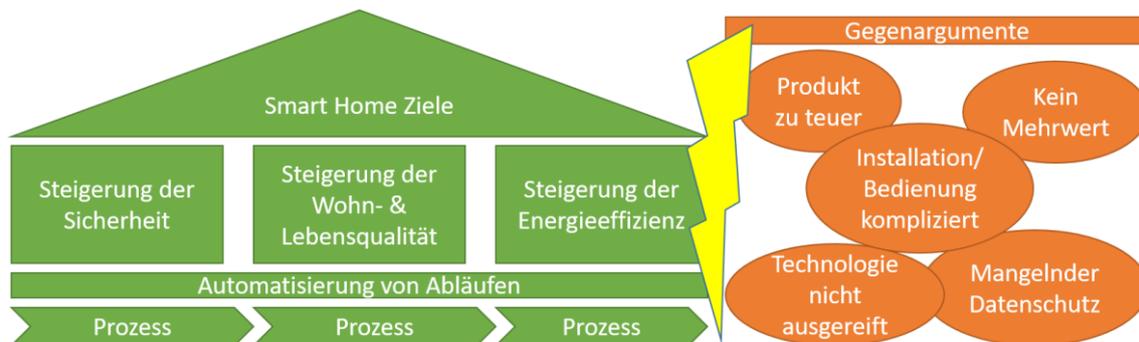


Abbildung 3.2: Smart Home Ziele und Gegenargumente – Eigene Abbildung Daniel Bose

Aus den Gegenargumenten der Umfrage und den Anforderungen an IoT-Systeme lassen sich die Anforderungen der Nutzer an Smart Home Lösungen ableiten, die für eine gute Usability sorgen. Die Anforderungen sind zusammengefasst in Tabelle 3.2 dargestellt.

Anforderung	Beschreibung
<b>Einfache Installation und Bedienung</b>	Die Installation und Bedienung muss durch normale Nutzer und nicht nur durch IT-Experten möglich sein.
<b>Einhaltung des Datenschutzes/Sicherheit in der Übertragung</b>	Die Daten der Nutzer müssen verschlüsselt und vor unbefugten Zugriffen geschützt sein.
<b>Preiswerte Produkte (Anschaffung und Betrieb)</b>	Smart Home Produkte und Dienstleistungen müssen erschwinglich sein.
<b>Gewährleistung von Mehrwerten</b>	Die Lösung muss dem Nutzer einen Mehrwert bieten. Die Investition muss einen Sinn haben.
<b>Funktionierende Lösungen/hohe Zuverlässigkeit in Betrieb</b>	Die Lösung muss funktionieren und ihre Aufgabe so gut wie möglich erfüllen.
<b>Geringer Energieverbrauch/Wartungsaufwand</b>	Die Produkte müssen im Betrieb langlebig sein und nur wenig Energie verbrauchen.
<b>Geringe Latenzzeiten</b>	Aktionen und Reaktionen vom System müssen direkt ausgelöst werden.
<b>Hohe Reichweite</b>	Die Produkte müssen über eine hohe Reichweite verfügen, damit der gesamte Wohnraum abgedeckt werden kann und keine weiteren Verbindungspunkte notwendig sind.

Tabelle 3.2: Anforderungen an Smart Home Lösungen

In der Abbildung 3.3 ist der Anwendungsrahmen der Usability von Smart Home dargestellt. Der Nutzungskontext beschreibt den Benutzer, welcher die Ziele mit der Smart Home Lösung in seinem Wohnraum erreichen möchte. Das Produkt beschreibt die Smart Home Lösung, welches

<sup>165</sup> Vgl. Verbraucherzentrale Bundesverband: Smart Home | Hintergrundpapier des vzbv | September 2017. Das Zuhause der Zukunft: Wie digital werden wir wohnen? ([https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/2017/09/05/170905\\_hintergrundpapier\\_smart\\_home.pdf](https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/2017/09/05/170905_hintergrundpapier_smart_home.pdf), zuletzt aufgerufen am 29.09.2019), S. 6.

für die Usability evaluiert wird. Benutzer sind die Personen, die mit dem Produkt arbeiten und ein bestimmtes Ziel erreichen wollen. Das angestrebte Ergebnis ist die Lösung, die der Nutzer bei der Anwendung des Produktes zur Erledigung seiner Aufgabe erwartet bzw. das was der Anbieter des Produktes beschreibt. Das Ergebnis der Nutzung, ist das tatsächlich eingetretene Ereignis bei der Nutzung. Die Usability ist der Grad zwischen dem angestrebten Ergebnis und Ergebnis der Nutzung.

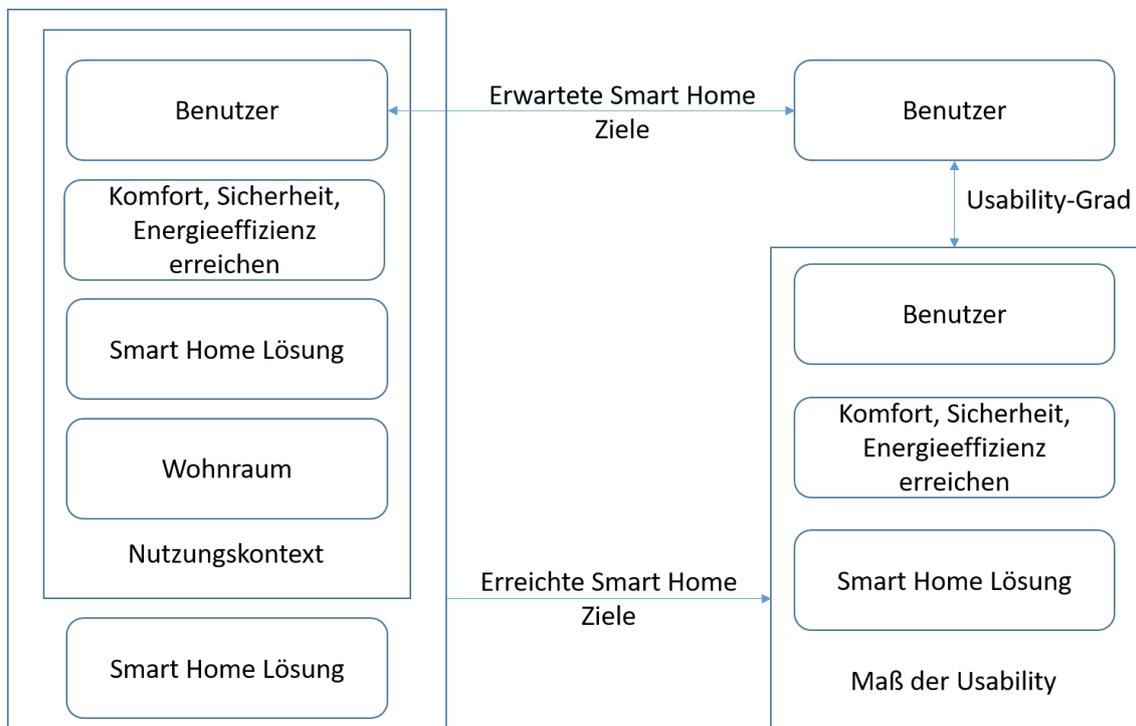


Abbildung 3.3: Anwendungsrahmen der Usability von Smart Home in Anlehnung an Abbildung 2.2: Anwendungsrahmen der Usability (nach DIN EN ISO 9241-11, 1999) aus Sarodnick, F. und Brau, H. (2011). Methoden der Usability Evaluation Abbildung 2.2

### 3.2.1 Smart Home Produkte & Services

Dieses Teilkapitel beschäftigt sich damit, welche Produkte und Services dem Bereich Smart Home zugeordnet werden können. Laut Statista sind das „Digital vernetzte und kontrollierte Geräte innerhalb eines Hauses, die ferngesteuert werden können. Sensoren, Aktoren und Cloud Services, die die allgemeine Automatisierung unterstützen und Gateways/Hubs und smarte Lautsprecher, die Geräte aller Kategorien/Subsegmente vernetzen. Sowie B2C-Verkäufe / Handel von Hard- und Software sowie Abo-Gebühren.“<sup>166</sup>

Digital vernetzte, kontrollierte und fernsteuerbare Geräte innerhalb eines Hause können Haushaltsgeräte jeglicher Art vom Kühlschrank, Küchenherd, Kaffeemaschine über Waschmaschine, aber auch Lampen, Leuchten und Lichtsysteme, Kameras, Wetterstationen und Heizkörperthermostate sein. Mit Sensoren können Türen und Fenster ausgestattet werden, damit Nutzer informiert werden, ob diese geöffnet oder geschlossen sind oder sich unbefugte Personen Zutritt zur Wohnung, zu einem Raum oder Schrank verschaffen. Andere Sensoren erfassen das Raumklima und messen die Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lautstärkeemissionen oder auch den CO<sub>2</sub>-Gehalt. Außerdem gibt es noch die Möglichkeit mittels Sensoren Bewegungen,

<sup>166</sup> Smart Home - Deutschland | Statista Marktprognose [wie Anm. 158].

Erschütterungen, Rauch und Gas zu messen. Aktoren wiederum stellen das Gegenstück zu Sensoren da. Sie erfassen und messen keine Daten aus ihrem Umfeld, sondern sie steuern und schalten angeschlossene Geräte und Systeme, wie z. B. Türschlösser, Rollläden und Heizungsventile. Sensoren und Aktoren sind in der Regel auch in den oben genannten Beispielen für Geräte verbaut. Damit die smarten Geräte, Sensoren und Aktoren vernetzt werden können, kommen die Gateways bzw. Hubs zum Einsatz. Einige smarte Lautsprecher, fungieren ebenfalls als Gateway. Das Gateway ist eine Komponente, welche eine Verbindung zwischen verschiedenen Systemen und Technologien herstellen kann, vorausgesetzt das Gateway unterstützt das Protokoll oder Funktechnologie des Gerätes. Durch das Gateway werden die Smart Home Komponenten miteinander vernetzt, so dass sie aufeinander reagieren und über das Gateway kommunizieren können. Das Gateway stellt somit die zentrale Steuereinheit des Smart Homes da, über das alle Kommunikationen im Smart Home zusammenlaufen. In der Abbildung 3.4 ist beispielhaft das Smart Home Systems der Firma Bosch dargestellt. Der große weiße Kasten in der Mitte ist das Gateway, welcher alle Smart Home Komponenten anbindet. Doch wie wird das Smart Home System durch den Nutzer gesteuert und was sind die Benutzerschnittstellen? Genau hier kommen smarte Lautsprecher, Schalter oder aber auch das Smartphone zum Einsatz.

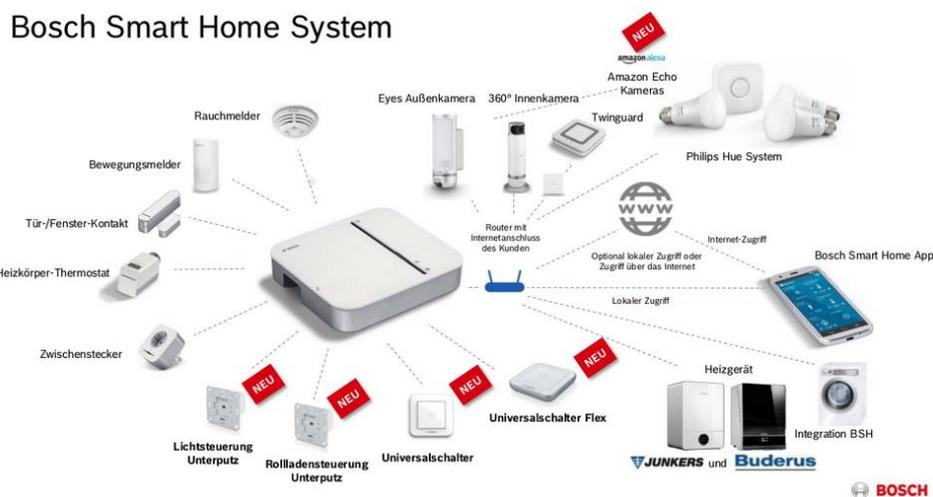


Abbildung 3.4: Beispielhafte Darstellung eines Smart Home Systems von Bosch<sup>167</sup>

Das Smartphone oder auch ein anderes mobiles Endgerät dient als Mediator<sup>168</sup> zur Steuerung, Konfiguration und Verwaltung des Smart Home Systems. Mit smarten Lautsprecher kann per Sprachsteuerung ebenfalls in die Steuerung eingegriffen werden und so z.B. der Fernseher und die Heimkinoanlage eingeschaltet, das Licht gedimmt und die Rollläden heruntergefahren werden. Ein weiteres Bedienelement sind Schalter mit denen per Tastendruck die vorkonfigurierten Aktionen und Szenarien gestartet oder gestoppt werden. Alternativ kann zum Smartphone die Steuerung über den Computer erfolgen.

Im Smart Home haben sich verschiedene Geschäftsfelder etabliert. Einige Anbieter bieten komplett Systeme inklusive Geräte und Gateway an<sup>169</sup>, andere verkaufen Geräte aus einen

<sup>167</sup> Bosch Smart Home Adapter (not Home Connect) · Issue #126 · ioBroker/AdapterRequests (<https://github.com/ioBroker/AdapterRequests/issues/126>, zuletzt aufgerufen am 26.09.2019).

<sup>168</sup> Mattern/Flörkemeier, Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge [wie Anm. 39], S. 109.

<sup>169</sup> Vgl. Ihr smartes Zuhause (<https://www.bosch-smarthome.com/de/de>, zuletzt aufgerufen am 23.10.2019).

bestimmten Produktbereich, wie z.B. Smart Home Lampen von der Firma OSRAM<sup>170</sup>. Daneben gibt es noch Unternehmen die ihren Service in Form eines Abonnements anbieten<sup>171</sup>. Auch dort ist der Kauf von Hardware (Gateway) und Geräten notwendig, aber der Service und die Nutzung des Dienstes kostet ein monatliches Entgelt. Ein Beispiel hierfür ist die Deutsche Telekom. Das Gateway kann bei der Telekom erworben werden, jedoch kann ohne die Buchung des Dienstes dieses nicht verwendet werden. Die Abbildung 3.5 zeigt das Ergebnis einer Umfrage aus dem Jahr 2018 des Wirtschaftsunternehmens Deloitte zum Verbreitungsgrad von Smart Home Lösungen in Deutschland, bzw. bei welchen Lösungen die Anschaffung geplant ist und wo ein grundsätzliches Interesse besteht. Am weitverbreitetsten sind Schalter und Steckdosen mit 18%, gefolgt von smarten Lautsprechersystemen (15%) und Leuchten (12%). Am wenigsten verbreitet sind Elementarschutzsysteme (6%) und Überwachungskameras (9%). Bei den geplanten Anschaffungen und dem grundsätzlichen Interesse liegen etwa alle Produktkategorien fast gleichauf. Es lässt sich festhalten, dass über alle Kategorien 50% bis 56% der Befragten Smart Home Lösungen einsetzen bzw. die Anschaffung planen oder ein grundsätzliches Interesse haben.

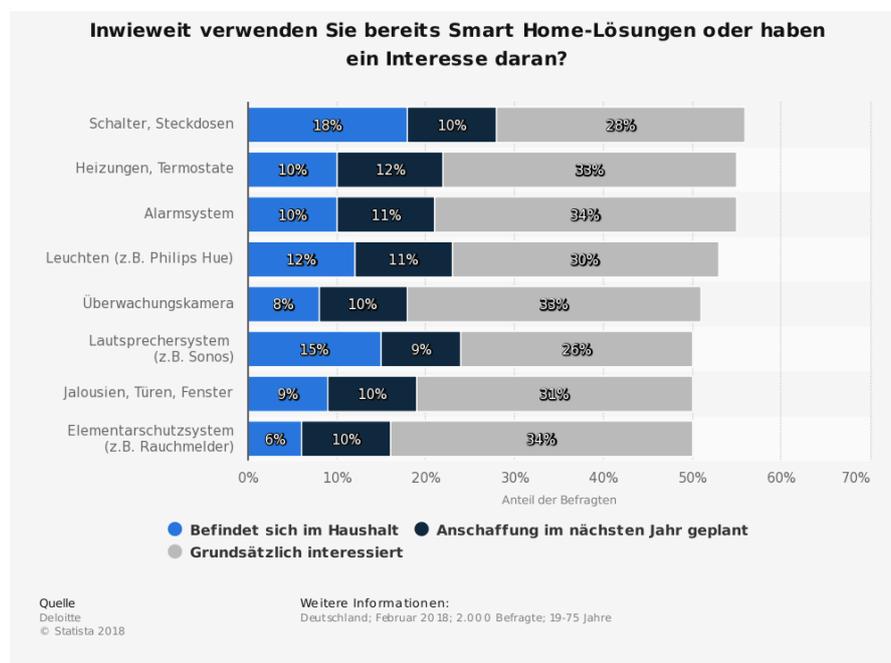


Abbildung 3.5: Umfrage zum Einsatz von oder Interesse an Smart Home Geräten<sup>172</sup>

### 3.2.2 Zuordnung der Produktkategorien zu Smart Home Zielen

Nachfolgend wird versucht die Produktkategorien den Zielen zuzuordnen, um in der anstehenden Evaluation in Kapitel 5 zu prüfen, in wie fern die Ziele mit den Produkten erreicht werden können. Mit smarten Schaltern und Steckdosen können einzelne oder mehrere Geräte ein- und ausgeschaltet werden. Schalter und Steckdosen eignen sich besonders für Geräte, die nicht Smart Home fähig sind, um diese dann ferngesteuert zu schalten. Die Möglichkeit mehrere Geräte

<sup>170</sup> Vgl. The New OSRAM - smarte Vernetzung mit Licht | Licht ist OSRAM (<https://www.osram.de/cb/ueber-osram/vernetzung/index.jsp>, zuletzt aufgerufen am 23.10.2019).

<sup>171</sup> Vgl. Magenta SmartHome (<https://www.smarthome.de/>, zuletzt aufgerufen am 28.09.2019).

<sup>172</sup> Vgl. Deloitte: Inwieweit verwenden Sie bereits Smart Home-Lösungen oder haben ein Interesse daran? (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/828666/umfrage/smart-home-nutzer-und-interessenten-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

gleichzeitig zu steuern, wird als schalten von Szenen bezeichnet. Zu einer Szene können mehrere Geräte zugeordnet werden und diese können dann durch das schalten gleichzeitig aktiviert und deaktiviert werden, womit der z.B. der Komfort gesteigert werden soll, da z.B. bei einem romantischen Essen, gleichzeitig Musik und die passende Beleuchtung eingeschaltet werden kann. Mit einigen Steckdosen ist es auch möglich den Energieverbrauch für die angeschlossenen Geräte zu erfassen. Somit kann die Energieeffizienz gesteigert werden. Heizungen und Thermostate können den Zielen Komfort und Energieeffizienz zugeordnet werden, weil sie so konfiguriert werden können, dass sie nur heizen, wenn die Bewohner zu Hause sind, oder es wird eine Mindesttemperatur für den Raum vorgegeben, so dass die Heizung nur dann aktiv wird, wenn über das integrierte Thermometer erkannt wird, dass die Temperatur abfällt. Es ist auch möglich die Logik so einzustellen, dass die Heizung sich abschaltet, wenn ein Sensor erkennt, dass ein Fenster oder eine Tür im Raum geöffnet wird. Die nächste Produktkategorie das Alarmsystem wird für die Verbesserung der Sicherheit gedacht. Das Alarmsystem ist keine einzelne Komponente, sondern kann aus mehreren individuellen Geräten mit der entsprechenden Konfigurationslogik kombiniert werden. So können für das Alarmsystem z.B. Sensoren für Fenster und Türen, Kameras, Leuchten, Bewegungsmelder und eine Sirene eingesetzt werden. Mit der entsprechenden Konfiguration kann eine Logik hergestellt werden, dass zu bestimmten Uhrzeiten oder bei Abwesenheit, Sensoren an Fenstern und Türen oder Bewegungsmelder den Alarm auslösen, die Kameras die Aufzeichnung beginnen und Leuchten und die Sirene eingeschaltet werden. Zusätzlich wird der Nutzer über sein Smartphone informiert, dass der Alarm ausgelöst wurde. Zu den Leuchten wurde bereits einiges gesagt, sie dienen zur Steigerung der Sicherheit, weil sie den Eindringling durch Aktivierung vertreiben können oder auch den Bewohner wecken. Ebenso können sie wie Schalter und Steckdosen in Szenen eingebaut werden und durch Ein- und ausschalten der Szene mehrere Lampen gleichzeitig steuern. Lautsprechersysteme dienten ursprünglich zur Unterhaltung und dem Abspielen von Musik. Sie werden auch Smart Speaker genannt und als Benutzerschnittstelle zum Smart Home verwendet. Prominente Beispiele für Smart Speaker sind z.B. der HomePod von Apple<sup>173</sup>, die Echo und Alex-Geräte von Amazon<sup>174</sup> oder Google Home von Google<sup>175</sup>. Sie alle verwenden Sprachassistenten, die der Nutzer über ein Kommandowort aktivieren kann. Sie werden verwendet um Nachrichten, das Wetter, Informationen, wie Temperatur oder Status von Geräten abzufragen oder auch die Steuerung von Leuchten, Jalousien, Heizungen und anderen Geräten auszuführen. Weitere Produktkategorien sind in der Tabelle 3.3 zu sehen. Die Liste umfasst nur einige wichtige Smart Home Produkte. Es gibt jedoch noch weitere Produkte, die hier keine weitere Beachtung finden. Außerdem ist die Zuordnung zu den Zielen ebenfalls subjektiv einzuschätzen und kann von anderen Individuen anders vorgenommen werden.

---

<sup>173</sup> Vgl. Apple HomePod (<https://www.apple.com/de/homepod/>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).

<sup>174</sup> Vgl. Echo & Alexa-Geräte - Amazon.de (<https://www.amazon.de/b?ie=UTF8&node=14100226031>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).

<sup>175</sup> Vgl. Google Home ([https://store.google.com/de/product/google\\_home](https://store.google.com/de/product/google_home), zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).

Sicherheit	Komfort	Energieeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarmsystem</li> <li>• Überwachungskameras</li> <li>• Jalousien, Türen, Fenster</li> <li>• Elementarschutzsysteme</li> <li>• Bewegungsmelder</li> <li>• Leuchten</li> <li>• Smarte Haushaltsgeräte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leuchten</li> <li>• Schalter, Steckdosen</li> <li>• Lautsprechersysteme</li> <li>• Jalousien</li> <li>• Bewegungsmelder</li> <li>• Heizung, Thermostate</li> <li>• Smarte Haushaltsgeräte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heizung, Thermostate</li> <li>• Smarte Haushaltsgeräte</li> <li>• Schalter, Steckdosen</li> <li>• Leuchten</li> </ul>

Tabelle 3.3: Zuordnung der Produktkategorien zu den Zielen – Daniel Bose

### 3.2.3 Automatisierung von Prozessen

Ein weiteres Ziel von Smart Home ist die Automatisierung von Prozessen. In diesem Kapitel wird kurz erläutert, was darunter zu verstehen ist und welche möglichen Folgen das für den Nutzer hat.

Mit der Automatisierung von Prozessen soll der Nutzer in seinem Alltag bezogen auf den Wohnraum unterstützt werden. Die Automatisierung nimmt den Nutzer bestimmte Aufgaben ab und unterstützt die Erreichung der Ziele Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz. Dafür wird zu jedem Ziel ein Beispiel aufgeführt.

#### Sicherheit:

Im Falle eines Brandes löst der vernetzte Rauchmelder den Alarm aus, sämtliche Lichter im Haus werden eingeschaltet oder blinken. Der Smart Speaker meldet durch akustische Signale ebenfalls einen Alarm oder spielt Musik ab, damit z.B. die Bewohner nachts geweckt werden. Auch die Alarmierung der Feuerwehr wäre denkbar. Eine ähnliche Prozessabfolge wäre auch bei einem Einbruch denkbar, nur, dass dann die Polizei statt der Feuerwehr alarmiert wird.

#### Komfort:

Mit Smart Home Automatisierung ist es möglich, dass sich morgens kurz bevor die Bewohner aufstehen müssen, bereits die Lampen mit minimal gedämmtem Licht einschalten und die Helligkeit bis zur gewünschten Stufe ansteigt. So wird der Sonnenaufgang simuliert, was gerade in der kalten und dunklen Jahreszeit, das Aufstehen erleichtern kann. Das Badezimmer wird, währenddessen der Nutzer noch im Bett liegt, schon vorgewärmt. So muss der Nutzer bei seiner Morgentoilette nicht frieren und der Komfort für ihn steigt. Kurz darauf stehen dann bereits der automatische gekochte Kaffee und die aufgebackenen Brötchen bereit. Das Frühstück nimmt der Nutzer auf dem Weg zu Arbeit zu sich und verlässt die Wohnung. Das Smart Home System registriert das Verlassen der Wohnung und schaltet alle Lampen und nicht benötigten elektrischen Geräte aus.

#### Energieeffizienz:

Die Energieeffizienz wird unter anderem dadurch unterstützt, dass z.B. bei geöffneten Fenstern die Heizungen automatisch ausgeht oder bei Abwesenheit der Bewohner alle Lampen und elektrischen Geräte ausgeschaltet werden. Die Heizung ist so programmiert, dass sie weiß, wann die Bewohner wieder nach Hause kommen und die notwendigen Räume entsprechend vorgeheizt werden. Der Vorteil ist, dass die Heizung während der Arbeitszeit ausgeschaltet ist und nicht unnötig Energie verbraucht und dennoch, wenn der Nutzer nach Hause kommt, die Wohnung schön warm ist.

**Fazit:**

Sicherlich lassen sich einige der aufgeführten Beispiele, wie z.B. die ausgeschaltete Heizung während der Arbeitszeit auch ohne Smart Home mit Schaltzeituhren realisieren, aber ein wichtiger Faktor ist hierbei die Flexibilität, die sich nur mit Smart Home realisieren lässt. Angenommen der Nutzer verabredet sich spontan mit Freunden zum Essen und fährt vorher nicht noch mal nach Hause, dann kann der Nutzer mit seinem Smartphone von unterwegs die Programmierung abändern, so dass die Heizung erst später eingeschaltet wird.

---

# 4 Usability von Smart Home

---

Wie bereits in Kapitel 3.2 vorgestellt, sind die Ziele von Smart Home Systemen die Steigerung der Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und Energieeffizienz, sowie die Automatisierung von Abläufen zu verbessern. Mit einem Usability-Test, an einem realen System, soll festgestellt werden, ob diese Ziele erreicht werden und ob auch die in Kapitel 2.7 definierten Designprinzipien (Norman; Kapitel 2.7.6), Qualitätsmerkmale (2.7.2), Ziele zur Erreichung der Usability (Kapitel 403.2) erfüllt werden.

Das Konzept zur Bewertung unterteilt sich in drei Phasen, welche in Abbildung 4.1 dargestellt sind, welche auch die Aufgabenstellen und Ziele gemäß des Usability Tests beinhaltet. Das Hauptaugenmerk zur Bewertung der Usability liegt in der Installation, Nutzung und Erweiterbarkeit von Smart Home Systemen. Da der Markt aber mittlerweile voll von verschiedenen Systemlösungen, Geräten und Anbietern ist, kommen interessierte Nutzer vor dem eigentlichen Betrieb nicht um die Recherche herum, damit sie für sich die passende Lösung finden. Die Recherche findet bekanntermaßen vor der Nutzung statt und wäre deshalb nach der User Experience zu beurteilen, wobei die Emotionen, Vorstellung, Vorlieben, Wahrnehmungen, physiologische und psychologische Reaktionen, Verhaltensweisen und Leistungen wie aus der Definition von UX die Kaufentscheidung mit beeinflussen.<sup>176</sup>

Mit der Installation beginnt die Inbetriebnahme einer Smart Home Lösung und dort beginnt der erste Kontakt zwischen dem Produkt/der Dienstleistung und dem Nutzer. Der Installationsprozess einer Smart Home Lösung muss für den Nutzer so einfach wie möglich und vom Nutzer selbst durchzuführen sein.

---

<sup>176</sup> Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010 [wie Anm. 109], S. 7

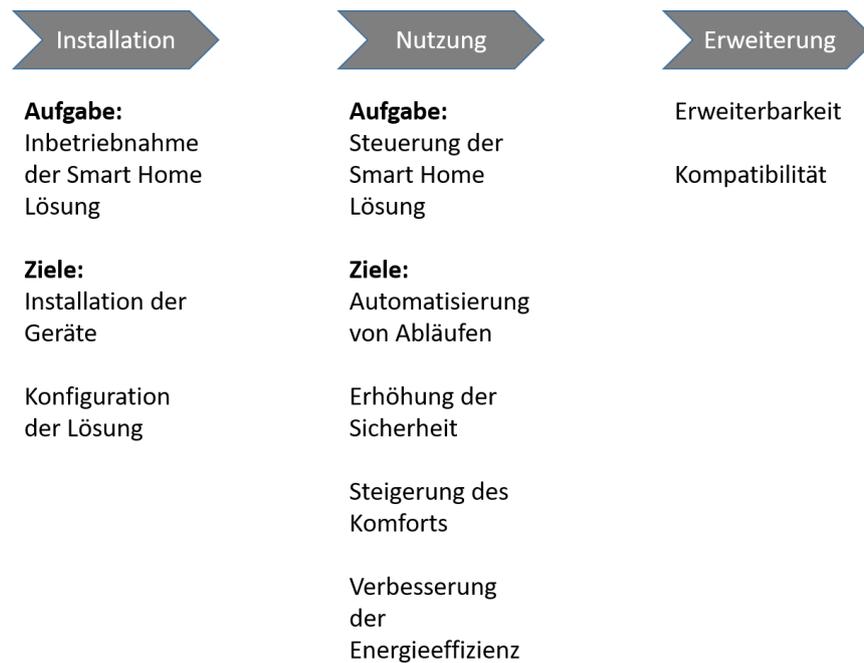


Abbildung 4.1: Übersicht der 3 Phasen mit den zugehörigen Aufgaben- Eigene Abbildung: Daniel Bose

Der Nutzer muss verstehen können, welche Tätigkeiten von ihm verlangt werden, um das System in Betrieb zu nehmen. Die Installation darf nicht zu lange dauern und wenn der Nutzer einen Fehler macht, oder ein Fehler auftritt, muss der Fehler für den Nutzer nachvollziehbar und zu beheben sein. Des Weiteren sollten Dokumente, Handbücher oder Anleitung für die Installation zur Verfügung stehen, die ausreichend Informationen bieten, aber den Nutzer nicht überfordern. Zur Installation gehört auch die Basis Konfiguration des Systems und die Inbetriebnahme der ersten Smart Home Geräte.

Nach der erfolgreichen Installation der Smart Home Lösung beginnt die Nutzungsphase der Lösung. Das Ziel ist es in dieser Phase den Mehrwert von Smart Home Lösungen bezüglich der definierten Ziele (Abbildung 3.2) zu erfassen und zu beurteilen, in wie weit die Qualitätsmerkmale nach Nielsen und die Designprinzipien nach Norman erreicht werden, sowie zu prüfen in wie fern die Anforderungen der Nutzer (Tabelle 3.2) erfüllt werden.

Die Erweiterbarkeit von Smart Lösung bezieht sich auf die Möglichkeit, die Lösung um weitere Geräten zu ergänzen und damit die Lösung individuell den eigenen Bedürfnissen anzupassen. Dazu gehört ebenfalls die Kompatibilität von Produkten zu der Smart Home Lösung. Denn aufgrund der verschiedenen Funkstandards muss der Nutzer sich vorab informieren, welche Funkstandards seine Smart Home Lösung unterstützen soll, bzw. beim Kauf von weiteren Geräten, ob diese mit der Lösung kompatibel sind.

## 4.1 Usability Test und Persona

Der Usability Test wird als summativer Test durchgeführt, da der Test an einem fertigem und bereits auf dem Markt käuflich erwerbbarer Lösung durchgeführt wird. Des Weiteren kann der Test nicht, wie der eigentliche Usability Test, in einem Labor stattfinden, da die Rahmenparameter wie das Labor nicht gegeben sind. Stattdessen wird der Test in einer echten Wohnung und vom Testleiter in Moderation durchgeführt und beobachtet (Siehe Kapitel 2.8.2).

Zusätzlich zu dem Usability Test, wurde das System vom Testleiter bereits ca. ein Jahr betrieben um Erfahrungen aus der Langzeitnutzung zu sammeln.

Nachfolgend wird kurz die Persona der Testperson vorgestellt (Zusammenfassung: Tabelle 4.1). Die Persona heißt Lisa Müller (29 Jahre), wohnt in der Testwohnung, ist verheiratet, wünscht sich mehr Komfort und Sicherheit, hat einen Hochschulabschluss in Betriebswirtschaftslehre (Master of Science), hat keine tiefgreifenden Computerkenntnisse (Sie hat grundlegende Kenntnisse in der Benutzung von Computer und Smartphones.), ist Smart Home gegenüber grundsätzlich positiv eingestellt, hat aber keine Erfahrungen mit dem Produkt und hat kein Interesse die Hintergründe der Technologie zu verstehen. Sie erwarten von einer Smart Home Lösung, dass die Lösung einfach zu bedienen ist, funktioniert und sie möchte Geräte fernsteuern können und Informationen über den Status von Fenstern und Türen erhalten, das heißt sie möchte wissen, ob Türen und Fenster geschlossen sind und wenn diese geöffnet werden, dann möchte sie darüber informiert werden. In der Situation ohne Smart Home vermisst sie den fehlenden Komfort und hat oftmals Bedenken über Wertsachen in den Wohnräumen, wie zum Beispiel dem Keller. Sie möchte gerne informiert sein, wenn sich jemand Unbefugtes Zugang zu Ihren Räumlichkeiten verschafft, damit sie im Notfall die Polizei informieren kann, auch wenn sie nicht zu Hause ist. Aufgrund der Beschreibung der Persona kann sie als Primäre Persona (Hauptzielgruppe) angesehen werden. Denn sie ist dem Produkt positiv gegenüber eingestellt und hat auch mögliche Anwendungsszenarien, aber sie hat kein tiefgreifendes technisches Verständnis für Technologie, bzw. ist sie nur Benutzerin der Lösung. Damit Smart Home Lösungen sich in der breite Masse durchsetzen und dort funktionieren, müssen Unternehmen ihre Lösungen auf Personen, wie Lisa, optimieren, das heißt sie müssen einfach in der Installation und Bedienung sein und die Ziele effizient und effektive umsetzen und so den Nutzer zufriedenzustellen.

	<b>Beschreibung</b>
<b>Vor- und Nachname (fiktiv)</b>	Lisa Müller
<b>Rolle</b>	Bewohnerin
<b>Familienstand</b>	Verheiratet
<b>Alter</b>	29 Jahre
<b>Ziele/Wünsche</b>	Mehr Komfort und Sicherheit
<b>Ausbildung/Wissen</b>	Master of Science BWL
<b>Computerkenntnisse</b>	Keine tiefgreifenden, nur grundlegende zur Benutzung
<b>Einstellung zum Produkt</b>	Positiv gegenüber Produkt
<b>Einstellung zur Technologie des Produkts</b>	gleichgültig
<b>Erwartungen an neue Lösungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfach und funktionsfähig,</li> <li>• Fernsteuerung von Geräten über Smartphone,</li> <li>• Information zu Status von Türen und Fenster</li> </ul>
<b>Einschränkungen durch aktuelle Lösung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlender Komfort,</li> <li>• unwohles Gefühl über möglichen Diebstahl von Wertsachen in Wohnräumen</li> </ul>

Tabelle 4.1: Persona der Testperson

## 4.2 Ablauf des Tests

Der Testleiter führt die Testpersonen in die Ziele (Aufgabe) und den Ablauf des Usability-Tests ein. Es werden Spielregeln vereinbart.

### Ablauf:

- Die Testperson bekommt vom Testleiter die Aufgaben in schriftlicher Form übergeben.
- Die Testperson hat alle notwendigen Dokumente und Anleitungen, die ein Käufer des Systems ebenfalls bei Erwerb erhält.
- Die Testperson arbeitet nacheinander die Aufgaben ab und der Testleiter protokolliert unklare und problematische Situationen oder Fehler, die sich während der Aufgabenbearbeitung mit der Smart Home Lösung ergeben.
- Im Anschluss bekommt die Testperson die Gelegenheit, das erlebte in einem Interview oder frei zu kommentieren und Verbesserungsvorschläge zu machen.
- Nach dem Test werden die Feststellungen und Verbesserungsvorschläge in einem Testbericht festgehalten

### Spielregeln:

- Die Testperson darf den Test jederzeit unterbrechen bzw. abbrechen.
- Die Testperson wird gebeten laut zu denken, d. h. ihre Arbeit für den Testleiter zu kommentieren.
- Die Testperson kann Aufgaben überspringen, wenn sie nicht weiterkommt und selbständig zur nächsten Aufgabe weitergehen.
- Der Testleiter begleitet die Testperson moderativ und hat die Möglichkeit, wenn es notwendig ist direkt einzugreifen, Fragen zu stellen oder bestimmte Abläufe durchzugehen.

### Rahmenbedingungen:

- Die Testperson hat die notwendigen Zugangsdaten für die Anmeldung erhalten und muss keine Registrierung vornehmen.
- Die Smart Home Lösung ist ein komplettes System mit Hardware, Endgeräten und Smart Home Dienst. Der Dienst wird über ein Abonnement gebucht. Die Buchung des Dienstes muss die Testperson nicht vornehmen.
- Das System war bereits im Einsatz und wurde für den Test auf Werkseinstellungen zurückgesetzt.

## 4.3 Aufgaben des Tests

### Installation:

Die Aufgabe ist die Installation und Inbetriebnahme der Smart Home Lösung. Dazu gehört auch das Herunterladen notwendiger Apps und Anmeldung, sowie die Installation der ersten Geräte und die Einrichtung der Alarmfunktion. Als erstes muss dazu das Gateway an einem zentralen Standort in der Wohnung mit dem Stromnetz und dem Router verbunden werden. Im zweiten Schritt muss die App auf ein Smartphone heruntergeladen werden und im Anschluss erfolgt der Login mit den Zugangsdaten des Nutzers. Die Aufgabe ist, dass der Nutzer die ersten Geräte installiert. Dafür werden zwei Glühlampen und ein Türsensor eingerichtet. Der Nutzer muss die Glühlampen in den dafür vorgesehenen Lampen verbauen, sowie den Sensor an der Wohnungstür

montieren. Eine weitere Aufgabe ist den Raum namens „Schlafzimmer“ anzulegen und die beiden Glühlampen dem Raum zuzuweisen. Der Türsensor soll dem Raum „Flur“ zugewiesen werden. Die Geräte werden im Anschluss dafür verwendet das Alarmsystem einzurichten. Sobald die Tür geöffnet wird und der Alarm aktiv ist, soll das System den Alarm auslösen, die Glühlampen sollen automatisch eingeschaltet werden und der Nutzer soll eine Push-Nachricht auf seinem Smartphone erhalten.

#### **Nutzung der Smart Home Lösung:**

Zur Prüfung der Usability des Smart Home Systems in der Benutzungsphase, bzw. um zu prüfen welche Usability Smart Home bringt, wurde der Testperson ein vorkonfiguriertes System mit den Räumen „Arbeitszimmer“, „Keller“, „Schlafzimmer“, „Wohnzimmer“, „Flur“ und „Küche“ zur Verfügung gestellt. In der Tabelle 4.2 ist die jeweilige Ausstattung des Raumes angegeben. Die Aufgabe besteht darin Abläufe zu automatisieren und die Geräte zu steuern.

<b>Raum</b>	<b>Geräte</b>
<b>Arbeitszimmer</b>	Steckdose, Leuchte
<b>Schlafzimmer</b>	Smart Speaker, 3x Leuchten, 1x LED-Streifen, Schalter
<b>Keller</b>	Türsensor, Kamera
<b>Wohnzimmer</b>	Türsensor, Smart Speaker, 2x Leuchten, Steckdose, Schalter
<b>Flur</b>	Türsensor
<b>Küche</b>	Smart Speaker

Tabelle 4.2: Ausstattung Testwohnung

#### **4.4 Betrachtung der Smart Home Geräte mit Hilfe der Design Thesen nach Rams**

Im Anschluss an den Usability Test folgt die Betrachtung von Smart Home Geräten unter Berücksichtigung der Zehn Design Thesen nach Dieter Rams, um zu beurteilen, ob die verfügbaren Geräte der vorgestellten Lösung den Design Thesen entsprechen bzw. in welchem Grad die Produkte die Thesen nach Rams entsprechen.

Hierzu werden zwei Produkte aus den Kategorien Leuchten, und Türen- und Fensterkontakte, bezüglich der Zehn Thesen untersucht und beurteilt.

#### **4.5 Wirtschaftliche Betrachtung der Smart Home Lösung**

Im Anschluss an den Usability Test folgt die wirtschaftliche Betrachtung der Smart Home Lösung, um verständlich zu machen, welche Kosten für eine Lösung im Vergleich zu einer nicht vernetzten Wohnung entstehen können. Hierfür wird als erstes die Beispielwohnung, die verwendeten Smart Home Geräte und deren Preise vorgestellt und dann mit den analogen nicht vernetzten Geräten verglichen.

# 5

## Evaluation

In diesem Abschnitt geht es um Bewertung der Usability der Smart Home Lösung der Deutschen Telekom AG. Die Lösung heißt „Magenta SmartHome“. Als Benutzerschnittstellen kommen das iPad mit der iOS App „Magenta SmartHome“<sup>177</sup> in der Version 5.5.0 zum Einsatz. Zusätzlich werden noch Smart Speaker von Amazon für die Steuerung eingesetzt und zwei vernetzte Schalter. In Kapitel 5.1 wird der Smart Home Dienst und die Smart Home App der Deutschen Telekom vorgestellt. In Kapitel 5.2 folgt dann ein Usability Test.

### 5.1 Magenta SmartHome

#### 5.1.1 Smart Home Dienst

Der Smart Home Service der Deutschen Telekom AG (kurz:Telekom) heißt „Magenta SmartHome“.<sup>178</sup> Für den Service fallen monatliche Kosten in Höhe von 4,95 € an, zusätzlich muss der Kunde die notwendige Hardware erwerben. Als Plattform wird das Smart Home System „QIVICON“ eingesetzt, welche 2011 erstmalig vorgestellt wurde und ebenfalls zum Telekom Konzern gehört.<sup>179</sup> Die Plattform kann auch von anderen Unternehmen verwendet werden, da QIVICON die Hardware als Basis zur Verfügung stellt, die dann mit einer eigenen Software als Dienst ausgestattet werden kann. Die Basis ist immer gleich und die verfügbaren Komponenten sind kompatibel, so dass es keine Rolle spielt, ob der Dienst von Telekom, Vattenfall oder RheinEnergie genutzt wird. Der entscheidende Unterschied zwischen den QIVICON Systemen liegt in der installierten Software. Hierbei sei noch zu erwähnen, dass QIVICON eine von der Deutschen Telekom gegründeten Allianz ist.<sup>180</sup>

Wie bereits erwähnt ist die zugrundeliegende Basis, die Hardware von QIVICON, welche in der zweiten Gerätegeneration verfügbar ist und „Home Base 2“ genannt wird. Die erste Generation („Home Base 1“) wird von QIVICON noch unterstützt, findet aber in dieser Arbeit keine Betrachtung. Des Weiteren ist es möglich den Smart Home Dienst der Deutsche Telekom zu nutzen, wenn der Nutzer einen Speedport Smart (Router) der Telekom besitzt. Jedoch unterstützt der Speedport den Funkstandard ZigBee und HomeMatic IP nicht. Als Lösung bietet die Telekom als Erweiterung je einen Funkstick des erwähnten Funkstandards an. In der Abbildung 5.1 ist die Übersicht der Systemarchitektur dargestellt. Die Home Base ist per LAN oder WLAN mit dem Router verbunden. Die an der Home Base angehängten Endgeräte können verschlüsselt über

<sup>177</sup> Vgl. Magenta SmartHome. iOS App (<https://apps.apple.com/de/app/magenta-smarhome/id698708574>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).

<sup>178</sup> Vgl. Magenta SmartHome [wie Anm. 171].

<sup>179</sup> Vgl. Vernetztes Haus: Telekom Plattform „QIVICON“ (ehemals "Smart Connect") ermöglicht Steuerung von Waschmaschinen, Heizung und Photovoltaik-Anlagen » QIVICON (<https://web.archive.org/web/20140509001324/https://www.qivicon.com/meta/presse/aktuelles/vernetztes-haus-telekom-plattform-qivicon-ehemals-smart-connect-ermoeslicht-steuerung-von-waschmaschinen-heizung-und-photovoltaik-anlagen/>, zuletzt aufgerufen am 09.10.2019).

<sup>180</sup> Vgl. AG, Deutsche Telekom: Neue Ära im Smart Home: QIVICON Plattform startet (<https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/neue-aera-im-smart-home-qivicon-plattform-startet-345642>, zuletzt aufgerufen am 31.08.2019).

verschieden Funkstandards angeschlossen werden. Der Nutzer greift mit seinem Smartphone, Tablet oder PC über das Internet auf das Smart Home System zu und kann über die App „Magenta SmartHome“ das System konfigurieren und steuern. Die Nutzerdaten werden hierbei auf den Servern der Deutschen Telekom gespeichert. Die Home Base 2.0 unterstützt folgende Funkstandards: DECT ULE, ZigBee, HomeMatic / -IP, WLAN IP und Bluetooth LE. Laut eigener Aussage ist das Magenta Smart Home System mit über 300 Partnergeräten kompatibel und es wird daran gearbeitet weitere Geräte zu integrieren.<sup>181</sup>

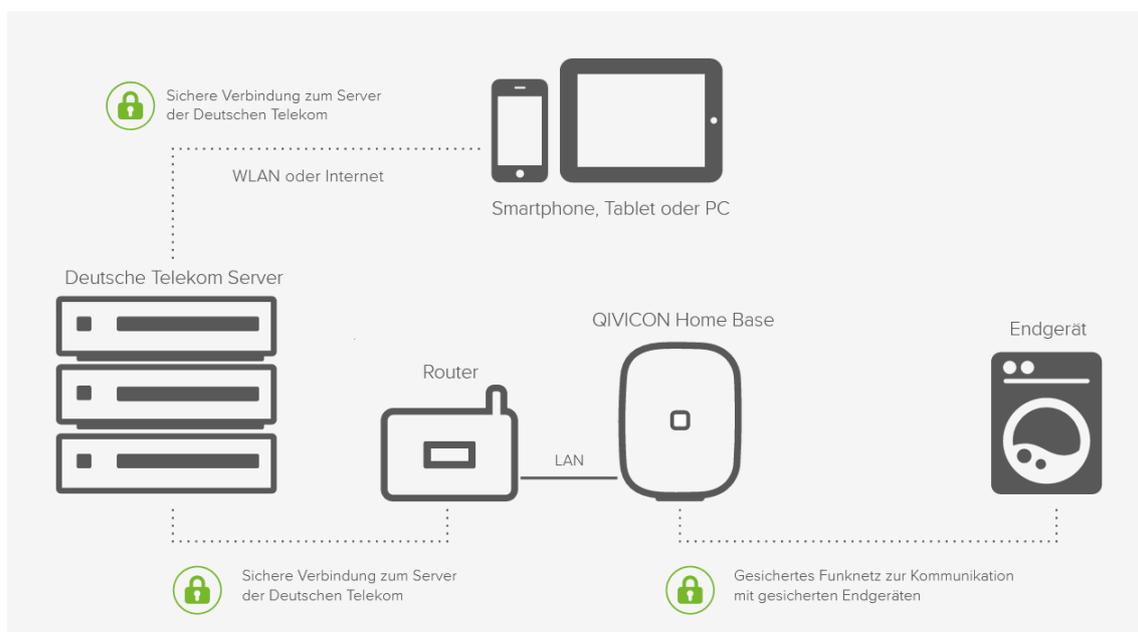


Abbildung 5.1: QIVICON System<sup>182</sup>

Die Telekom verspricht, dass mit Ihrer Smart Home Lösung, die Ziele **Energiesparen**, **Sicherheit** und **Komfort** erreicht werden. Des Weiteren weisen sie daraufhin, dass die Daten der Nutzer ausschließlich in deutschen Rechenzentren und nach deutschen Bestimmungen gespeichert werden und die Automatisierung des Alltags möglich ist.<sup>183</sup>

Interessierte Nutzer haben die Möglichkeiten Informationen auf den Webseiten <https://www.smarthome.de/> und <https://www.telekom.de/festnetz/smart-home> zu erhalten. Auf der Startseite „<https://www.telekom.de>“ der Telekom gibt es keine direkte Informationsübersicht zum Thema Smart Home, auch keinen Menüpunkt zum Thema Smart Home wird im Menüband dargestellt. Die entsprechende Rubrik verbirgt sich unter dem Menüpunkt „Festnetz & Internet“. Als potenzieller Smart Home Kunde der Telekom ist jedoch kein Festnetz oder Internet Vertrag bei der Telekom notwendig. Deshalb ist diese Menüführung auf dem ersten Blick etwas irreführend. Im Smart Home Bereich angekommen, sieht der Nutzer als erstes eine Abbildung der Smart Home App, gefolgt von einigen präsentierten Anwendungsfällen. So z.B., dass morgens die Rollläden automatisch hochfahren oder abends, wenn es dunkel wird das Licht automatisch eingeschaltet wird. Daneben erhält der Nutzer noch ein paar weiterführende Informationen zu Smart Home und sieht eine Schaltfläche mit der Beschriftung „zu Magenta SmartHome“. Mehr

<sup>181</sup> Vgl. Magenta SmartHome [wie Anm. 171].

<sup>182</sup> Vgl. Willkommen im Smart Home - QIVICON (<https://www.qivicon.com/de/>, zuletzt aufgerufen am 31.08.2019).

<sup>183</sup> Vgl. Magenta SmartHome [wie Anm. 171].

Informationen zum Produkt und Dienstleistung erhält der Nutzer dort nicht. Stattdessen wird der Nutzer auf die Webseite <https://www.smarthome.de/> weitergeleitet. Auf dieser Webseite erhält der Nutzer mehrere Anwendungsfälle präsentiert und vier Gründe für Magenta Smarthome:

1. Einer für alle
2. Einfach loslegen
3. Verlass Dich drauf
4. Genau wie Du es willst

Mit dem 1. Punkt wird darauf verwiesen, dass mit der Smart Home Zentrale viele Geräte verschiedener Hersteller und verschiedener Funkstandards per App oder Sprachsteuerung bedient werden können. Mit dem 2. Punkt wird darauf verwiesen, dass egal ob Eigenheim oder Mietwohnung der Nutzer keinen Handwerker oder Werkzeuge benötigt, um die Geräte in Betrieb zu nehmen und wenn der Nutzer nicht weiterkommen sollte, kann der Nutzer sich an den Service wenden. Die Kontaktinformationen zum Service sind dort nicht hinterlegt. Unter dem 3. Punkt „Verlass Dich drauf“ verweist die Telekom darauf, dass die Daten der Nutzer in deutschen Rechenzentren und nach deutschen Bestimmungen gespeichert werden. Und mit dem Letzten Punkt „Genau wie Du es willst“ wird dem Nutzer kurz erklärt, dass die Geräte so konfiguriert werden können, dass sie individuell nach den Wünschen des Kunden zusammenspielen und der Alltag durch Automatisierung erleichtert wird.

Die Webseite enthält eine Übersicht mit Anleitungen und Möglichkeiten, den Shop, einem Hilfebereich und einen Bereich für die Community zum Austausch der Nutzer untereinander. Das Smart Home Angebot der Deutschen Telekom basiert auf vier zentralen Komponenten. Die App, die Vielfalt der Geräte, die Zentrale und den Dienst.

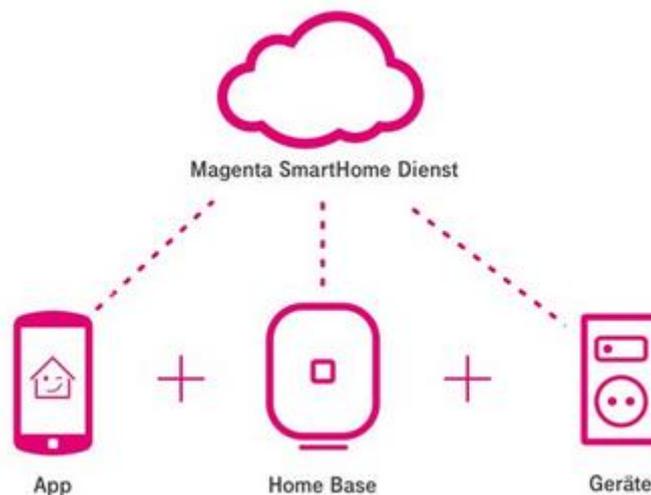


Abbildung 5.2: Vier zentrale Komponenten von Magenta SmartHome<sup>184</sup>

Alle vier Komponenten werden kurz erläutert und weitere Informationen zu den Komponenten sind auf anderen Seiten verlinkt. Dort hat der Nutzer die Möglichkeit sich ausgiebig über die Komponenten mittels bildlich dargestellter Anleitungen zu informieren. Des Weiteren werden dem Nutzer viele Szenarien rund um die Themen Sicherheit, Energie sparen, Komfort und Licht präsentiert und welche Geräte dafür erforderlich sind, mit der Möglichkeit diese direkt in den

<sup>184</sup> Vgl. ebd.

Warenkorb zu legen. Die Möglichkeiten bzw. Anwendungsfälle sind übersichtlich und gut durch Beispiele mit kurzen Texten und Bildern dargestellt. Auch der Shop ist übersichtlich gestaltet und die Produkte enthalten Informationen zu technischen Details, Kompatibilität, Highlights des Produktes, Lieferumfang und passendes Zubehör. Im Shop kann der Nutzer nach Produktbereichen, wie Licht, Kameras, Sirenen und bestimmten Sensoren oder aber auch nach bestimmten Herstellern und Kompatibilität filtern oder auch die Suchfunktion benutzen. Im Hilfe Bereich stehen dem Nutzer Anleitung in Form Videos und bildlich dargestellten Texten zur Verfügung. So kann der Nutzer sich noch in der Recherchephase mit den Komponenten vertraut machen.

### 5.1.2 Smart Home App

Der Startbildschirm (Abbildung A 1) der App ist übersichtlich aufgebaut. Der Nutzer hat in der App die Möglichkeit schnell auf seine Favoriten zuzugreifen, die Übersicht aufzurufen, Informationen zum Wetter in seiner Nähe einzuholen und Nachrichten des Systems an den Nutzer abzurufen. In der Mitte der App ist ein Schalter zum Wechseln zwischen den Profilen „zu Hause“ und „abwesend“. Und darunter befindet sich eine Glocke, um das Alarmsystem zu de- oder aktivieren. Oben rechts in der App ist das Symbol einer Steuerungseinheit, das den Knöpfen auf einer Fernbedienung ähnelt, abgebildet. Diese Funktion trägt in der App den Namen „Fernbedienung“ und ruft das Menü zur Steuerung der verbundenen Geräte auf. Oben links in der App ist die Schaltfläche zum Aufrufen des Menüs.

Das Menü (Abbildung A 2) umfasst die Punkte „Mein Zuhause“, „Fernbedienung“, „Szenen“, „Regeln“, „Heizung“, „Alarmsystem“, „Haushüter“, „Kameras“, „Nachrichten“ und „Einstellungen“. Es gibt noch weitere Menüpunkte, die für die Betrachtung der App keine weitere Rolle spielen, da sie auf externe Links verweisen, wie z.B. den „SmartHome Shop“. Was sowohl im Menü als auch im Startbildschirm direkt auffällt, ist, dass das Design der App die Designprinzipien von Donald Norman sehr gut erfüllt. Denn die Symbole der Schaltflächen passen sehr gut zu den Beschriftungen und den dahinterstehenden Funktionen.

Unter der Funktion Fernbedienung (Abbildung A 3) sind sämtliche verbundene Geräte in den jeweiligen Räumen dargestellt. Dort können Nutzer nicht nur die Geräte über Schalter an- und ausschalten, sie erhalten auch Informationen zum Status der Geräte. Z.B., ob eine Tür geöffnet ist, auf welche Temperatur die Heizung eingestellt ist oder wie hoch der aktuelle Stromverbrauch eines Gerätes ist.

Ein weiteres Kernelement der App sind Szenen (vergleiche Abbildung A 4 und Abbildung A 5). Mit Hilfe der Szenen können mehrere Geräte gleichzeitig gesteuert werden. Dafür werden die entsprechenden Geräte der Szene zu geordnet. Beispielsweise können zwei Szenen angelegt werden, die jeweils dieselben Lichter zur Steuerung enthält, aber mit zwei Unterschiedlichen Konfigurationen. Eine Konfiguration, die sich zum Arbeiten eignet und eine zweite für eine gemütlichere Stimmung. Durch den Wechsel zwischen den Szenen, kann somit mehrere Lampen schnell und einfach auf die passende Situation angepasst werden, ohne dass die Bewohner alle Lampen einzeln schalten muss.

Für die Automatisierung kommen Regeln zum Einsatz. Die Regeln sind nach der „Wenn-Dann-Logik aufgebaut“ (Abbildung A 6). Folgendes Beispiel zeigt wie Regeln funktionieren: „Wenn das Fenster geöffnet wird, dann soll die Heizung ausgeschaltet werden. Danach soll die Heizung wieder eingeschaltet werden.“ Mit dem Baustein „Wenn“ können Sensoren, wie Fester- oder Türsensoren oder Bewegungsmelder als Auslöser definiert werden. Die Geräte haben meistens zwei mögliche Zustände. Der Fenster- oder Türsensor kann zum Beispiel „offen“ oder „geschlossen“ sein, der Bewegungsmelder kann Bewegung oder keine Bewegung erkennen. Mit

„Dann“ kann definiert werden was nach dem Auslösen, also dem Eintreten des definierten Zustandes passieren soll. Die Geräte führen dann die eingestellte Aktion aus (z.B. Heizung ausschalten). Als Option gibt es noch den Bereich „Danach“. Dort kann definiert werden, was passieren soll, wenn die Bedingung, die die Aktion ausgelöst hat nicht mehr zutrifft. Die App bietet die Möglichkeit eigene Regeln zu erstellen, bietet aber ebenfalls Empfehlungen in verschiedenen Kategorien, wie z.B. „Warnungen & Sicherheit“ oder „Klima & Komfort“ an. Zusätzlich gibt es zu jeder Empfehlung eine Beschreibung, welche die Aufgabe der Regel beschreibt, eine Anleitung was der Nutzer für die Einrichtung der Regel erledigen muss und welche Geräte für die Regel notwendig sind. Sollte das Gerät nicht in das System eingebunden sein, dann wird dem Nutzer das mitgeteilt.

Das Alarmsystem (Abbildung A 7) dient dafür den Nutzer im Alarmfall zu informieren. Der Nutzer kann per Push-Nachricht oder über Geräte, wie Sirenen, Lautsprecher oder Lampen über den Alarm informiert werden. Das Alarmsystem ist in zwei Profile „Abwesend“ und „Zu Hause“ unterteilt. Über den Schalter auf der Startseite der App kann der Nutzer zwischen diesen beiden Profilen wechseln. Der Alarm ist immer im Profil „Abwesend“ aktiv und standardmäßig im Profil „Zu Hause“ deaktiviert. Im Profil „Zu Hause“ muss der Alarm manuell eingeschaltet werden. In beiden Profilen können die zu überwachenden Räume der „Alarmzone“, der „Warnungszone“ oder keiner Zone zugeordnet werden. Bei der Zuweisung eines Raumes zu einer Zone muss ein Sensor, wie z.B. ein Wassersensor, Luftfeuchtigkeitssensor, oder Türsensor, ebenfalls mit hinzugefügt werden, damit dieser den Status misst und bei Eintreten des Zustandes den Alarm oder die Warnung auslöst. Sensoren und Räume, die der Warnungszone zugeordnet sind lösen beim Aktivieren nur eine Warnmeldung aus und der Nutzer erhält einen Hinweis per Push-Nachricht.

Die Funktion Haushüter simuliert die Anwesenheit, wenn die Bewohner nicht zu Hause sind und schaltet Geräte, wie Lampen, Lautsprecher oder Steckdosen zeitgesteuert ein und soll somit potenzielle Einbrecher abzuschrecken.

Unter dem Menüpunkt „Kameras“ werden alle in die Home Base eingebundenen Kameras angezeigt. Der Nutzer hat die Möglichkeit sich das Live-Bild und Aufnahmen in der App anzusehen. Sollte das Alarmsystem ausgelöst werden, erhält der Nutzer zusätzlich die Möglichkeit direkt über den Startbildschirm auf seine Kameras zuzugreifen. Die Verlinkung ist sonst nicht in der Übersicht zu sehen.

Und unter dem Punkt „Nachrichten“ sieht der Nutzer eine Art Logbuch, in dem unter anderem Einträge zum Alarmsystem (Alarmsystem aktiviert oder deaktiviert) und Wetterwarnungen chronologische erfasst werden.

Alle bisherigen Menüpunkte beschreiben die Funktionen zur Nutzung der App und die Steuerung der angebundenen Geräte. In den Einstellungen werden, wie der Name des Menüpunktes bereits ausdrückt, die Geräte, die App und die Home Base eingestellt.

## **5.2 Usability Test**

### **5.2.1 Installationsphase**

Die Aufgabe der Testperson war es die Installation der Smart Home Lösung vorzunehmen. Die Testperson konnte mit Hilfe der beiliegenden Anleitungen den Home Base mit dem Stromnetz und den Router per Netzkabel verbinden. Jedoch fiel während des Testes auf, dass die Statusanzeige am Home Base nicht das gleiche farbliche Muster, wie in der Anleitung

beschrieben angezeigt. Hier hat sich nach Recherche herausgestellt, dass die Signalisierung geändert wurde. Die Dokumentation dafür ist online verfügbar. Die App konnte die Testperson einfach aus dem Apple App Store über den QR-Code aus der Anleitung herunterladen und sich mit dem Benutzerkonto anmelden. Nach der ersten Anmeldung kam ein Fehlerhinweis, dass die Zentrale online nicht gefunden werden konnte und der Nutzer sich stattdessen Lokal verbinden muss. Dies war jedoch nicht im Dokument beschrieben, so dass die Testperson von einem Fehler ausging. Über die Funktion „Lokal verbinden“ war es der Testperson dann möglich sich am System anzumelden. Die Anmeldung dauerte ca. fünf Minuten, welches für die Testperson zu lange dauerte. Aber die Installation der Zentrale (Home Base) war erfolgreich, auch wenn nicht nach dem beschriebenen Ablauf wie aus der Anleitung.

Als nächste sollte die Testperson die Glühlampen hinzufügen. Zuerst wurde intuitiv die erste Glühlampe in die Fassung der Lampe eingeschraubt, um dann diese in der App einzurichten. Die Funktion „neue Geräte hinzuzufügen“ wurde von der Testperson schnell gefunden und die automatische Suche nach neuen Geräte gestartet. Die Suche dauert ca. 15 Sekunden und gab dann das Feedback, dass keine Geräte gefunden wurden. Deshalb wurde dann die Funktion der manuellen Einrichtung gewählt. Dafür muss der Hersteller/Anbieter des Gerätes bekannt sein. In diesem Fall waren es Glühlampen von Osram mit dem Lampen Sockel E14. Mehr Informationen lagen der Testperson nicht vor. Nach dem der Anbieter Osram ausgewählt wurde, musste das entsprechende Modell ausgewählt werden. Hier waren mehrere Lampen und andere Gerätetypen verfügbar, wovon zwei Lampen mit dem Sockel E14 gekennzeichnet waren. Das war für die Testperson auch schnell erkennbar, sie wusste aber nicht welches Modell sie mit dem Sockel E14 von beiden besitzt und wählte deshalb zufällig eine der beiden Modelle aus, wobei sie genau das falsche Modell auswählte. Die Glühlampe wurde trotzdem von der Zentrale gefunden und die Testperson hat von der App das Feedback erhalten, dass es das falsche Modell ist und es wurde die andere Lampenversion zum Hinzufügen vorgeschlagen. Das Hinzufügen mit dem richtigen Modell hat auch erfolgreich funktioniert, aber während der Einrichtung kam ein Ladebildschirm mit dem Hinweis „Anzeige wird geladen“, der nach zwei Minuten nicht verschwand, woraufhin der Testleiter eingegriffen hat und die Testperson gebeten hat in das Hauptmenü zurückzukehren. Dort war die Glühlampe vollständig eingerichtet und konnte über die App gesteuert werden. Der Fehler für die Wartezeit nach der Einrichtung war nicht nachvollziehbar. Die Einrichtung der zweiten Lampe (gleiches Modell) war wesentlich einfacher, schneller und ohne Fehler über die automatische Suche für die Testperson möglich. Als nächste sollte der Türsensor eingerichtet werden. Der Türsensor war schnell, über die vormontierten Klebeplättchen am Sensor, an der Tür montiert. Auch die Einrichtung über die automatische Suche ging wieder sehr einfach und schnell. Die Testperson war nach dem zweiten eingerichteten Gerät mittlerweile geübt in dem Vorgang, so dass keine weiteren Fehler auftraten.

Im nächsten Schritt sollten die Räume „Schlafzimmer“ und „Flur“ angelegt und die Geräte wie oben beschrieben hinzugefügt werden. Hier fiel dem Testleiter auf, dass die Steuerung in der App für die Testperson nicht sehr intuitiv war. Zum einen verbirgt sich die Funktion Räume bearbeiten und anlegen in den Einstellungen unter dem Menüpunkt „Geräte“ und zum anderen hatte sie den Namen des Raumes in das Eingabefeld eingetragen und in der App auf „Fertig“ geklickt. Die App suggerierte mit der Rückmeldung „Räume erfolgreich gespeichert“, dass der Raum angelegt sei. Der Raum war aber noch nicht angelegt, denn die Nutzerin hatte eine entscheidende Option übersehen und erst beim dritten Versuch gemerkt, dass neben dem Eingabefeld für den Namen des Raumes noch das Symbol „+“ gedrückt werden muss, um den Raum auch tatsächlich anzulegen. Nach dem die Räume erfolgreich angelegt worden, konnten die Geräte auch einfach den Räumen zugeordnet werden.

Für das Testen, ob die Energieeffizienz verbessert werden kann, wurde ein zur Home Base kompatibles Heizkörperthermostat erworben. Die Einbindung in die Zentrale war, wie oben

beschrieben, kein Problem. Jedoch war die Montage an den Heizkörper sehr kompliziert und für die Testperson nicht möglich. Die Testperson konnte das vorhandene Thermostat nicht demontieren und hatte Bedenken etwas falsch zu machen. Deshalb hat der Testleiter diesen Schritt durchgeführt. Die Demontage war allerdings nicht ohne weitere Recherche im Internet möglich. Die beigelegte Anleitung zum neuen Thermostat enthielt eine Beschreibung zur De- und Montage, allerdings war diese nicht verständlich genug. Mit Hilfe der Recherche im Internet war es schlussendlich möglich das Thermostat zu demontieren. Für die Montage des neuen Thermostats ist ein Adapter notwendig, weil der Umfang des Ventils des Heizkörpers kleiner ist als der Umfang der Metallmutter des neuen Thermostats. Letztendlich war die Montage zu kompliziert für die Testperson und wurde abgebrochen.

Im letzten Stepp der Installation sollte das Alarmsystem eingerichtet werden. Hierfür gibt in der App-Navigation ein separates Menü mit dem Namen „Alarmsystem“. Die Einrichtung des Alarmsystems war für die Testperson sehr einfach, weil die App sehr gut durch die Konfiguration in Form eines Assistenten führt und den Nutzer abfragt, in welchen Räumen und welche Türsensoren den Alarm auslösen und ob Lampen bei Aktivierung des Alarms eingeschaltet werden sollen.

#### **Fazit der Testperson zur Installation:**

Die Testperson fand, dass die Installation in Summe zu lange gedauert hat, denn für Erledigung der oben beschriebenen Aufgaben hat sie ca. 50 Minuten benötigt. Das lag vor allem daran, dass die Wartezeiten und Ladevorgänge in der App unerwartet lang waren und das Einrichten der ersten Lampe beim ersten Versuch nicht erfolgreich war und händisch erfolgen musste. Die Testperson merkte an, dass die beigelegte Anleitung in Papierform nur sehr rudimentär beschrieben ist und von den wirklichen Vorgängen abweicht. Dort ist auch nur kurz und knapp die Inbetriebnahme der Zentrale und das Hinzufügen von Geräten beschrieben. Nutzer die mehr Informationen benötigen, werden zu den Anleitungen auf der Webseite verwiesen. Die Webseite enthält dafür viele detaillierte Anleitungen, auch für die Einrichtung von kompatiblen Geräten. Weiter fiel negativ auf, dass bestimmte Aktionen, wie zum Beispiel das Hinzufügen von Räumen den Nutzer ein falsches Feedback geben und bei aufgetretenen Fehler war nicht immer nachvollziehbar, was der Nutzer falsch gemacht hat bzw. was die Ursache für den Fehler war. In Summe bezeichnet die Testperson die Installation von Lampen, Sensoren und der Zentrale aber als nicht zu kompliziert und kann von Personen ohne tiefgreifende IT-Kenntnisse vorgenommen werden. Lediglich die Installation von Heizungsthermostaten war zu kompliziert und konnte von der Testperson nicht durchgeführt werden.

#### **5.2.2 Nutzungsphase**

Die Aufgabe in der Nutzung des Smart Home Systems der Telekom ist es, die verbundenen Geräte zu steuern und die Ziele von Smart Home zu erreichen. Wie bereits erwähnt, stand der Testperson ein fertig konfiguriertes Smart Home System zur Verfügung. Die Steuerung erfolgte dabei über die iOS App „Magenta SmartHome“.

Die Testperson war in der Lage über das Smartphone alle verbundenen Geräte ein und auszuschalten und zu steuern. Bei der Steuerung von Lampen über das Smartphone fiel auf, dass wenn z.B. nur eine Deckenlampe gesteuert werden soll, dass der Vorgang über das Smartphone wesentlich länger dauert, als wenn der Lichtschalter zum Einschalten direkt betätigt wird, da das Smartphone erst geholt, respektive die App gestartet und das Bedienelement für das Gerät in der App gefunden werden muss. Damit die smarten Lampen permanent mit dem System verbunden sind, müssen Lichtschalter eingeschaltet bleiben. Das bedeutet, wenn das Smartphone nicht zur Hand ist und das Licht über den Schalter eingeschaltet werden soll, wird der Schalter beim ersten

Betätigen ausgeschaltet und beim zweiten Mal wieder eingeschaltet und erst dann wird das Licht eingeschaltet. Als Lösung dafür gibt es vernetzte Schalter, oftmals auch mit mehreren Tasten und Funktionen. Dies Art Schalter wurde auch als Steuerungselement getestet. Der Schalter lässt sich bei Bedarf an die gewünschte Position im Raum anbringen. Für den Test wurde der Schalter jedoch nicht montiert. Der Schalter verfügt über vier Tasten, die wahlweise mit individuellen Funktionen belegt werden können. Für das Ein- und Ausschalten von Geräten werden zwei Tasten auf dem Schalter verwendet, so dass eigentlich auf den vier Tasten insgesamt nur zwei Funktionen gelegt werden können. Dennoch konnte die Testperson die Geräte mit dem Schalter ein- und ausschalten, ohne dabei das Smartphone verwenden zu müssen. Eine weitere Option zum Schalten von Geräten ist der Smart Speaker. Der Smart Speaker wird durch ein Aktivierungswort aktiviert, und die Steuerung der Geräte erfolgt durch Nennung des konfigurierten Namens des Gerätes gefolgt von der Aktion die ausgeführt werden soll (Beispiel: Aktivierungswort „Alexa“; Name des Gerätes „Licht“; Aktion „aus“). Der Smart Speaker gibt dann ein Feedback zum abgesetzten Befehl. Die Testperson war ebenfalls in der Lage nach kurzer Erläuterung Geräte über den Smart Speaker zu steuern. Die Steuerung der Geräte über den Smart Speaker fiel der Testperson am leichtesten und wurde von ihr bevorzugt. Wie in der Installationsphase schon angedeutet, besteht die Möglichkeit in der App Räume anzulegen und den Räumen die Geräte zuzuweisen, die sich auch in der Realität in den Räumen befinden. Dadurch können mehrere Geräte mit einem Befehl ein- und ausgeschaltet werden. Wahlweise können auch Szenen angelegt werden. Mit den Szenen können auch mehrere Geräte geschaltet werden. Für den Test wurden zwei Szenen angelegt. Die erste Szene hat den Namen „Schlafzimmer“ und die zweite Szene wurde „Schlafzimmer gemütlich“ benannt. Wenn die Szene „Schlafzimmer“ eingeschaltet wird, werden alle Lampen (Deckenlampe, zwei Nachttischlampen, und ein LED-Streifen) mit 100% Leuchtkraft und mit weißem Licht eingeschaltet. Die Szene „Schlafzimmer gemütlich“ schaltet die Deckenlampe aus, dimmt das Licht der Nachttischlampen und des LED-Streifen auf 10% Leuchtkraft und wechselt das Licht auf wärmeres Licht. Aktivieren kann der Nutzer die Szenen über die App, den Smart Speaker oder den vernetzten Schalter, wenn dieser mit den Funktionen belegt ist. Das Wechseln der Szene war für die Testperson ebenfalls kein Problem. Auch hier verwendete sie lieber den Smart Speaker. Den Schalter würde sie auch verwenden, wenn dieser an der gewöhnlichen Stelle neben der Tür montiert wäre. Dafür müsste der normale Schalter demontiert werden, was mit handwerklichem Geschick und Aufwand verbunden wäre. Die Testperson findet die Möglichkeit, über Szenen mehrere Geräte gleichzeitig zu steuern und auch den Wechsel von Szenen, sehr komfortabel, wodurch ihrer Meinung nach der Komfort verbessert wird. Die Steuerung der Szenen und Geräte über das Smartphone ist umständlicher, als das betätigen eines Lichtschalters oder Steuerung über einen Smart Speaker.

Um die Sicherheit zu verbessern, wurden im Keller, im Flur und im Wohnzimmer (Balkon) jeweils an den Eingangstüren Sensoren angebracht. Diese Sensoren können geklebt oder auch verschraubt werden. Die Zentrale wurde so konfiguriert, dass im Flur und im Wohnzimmer der Alarm nur ausgelöst werden soll, wenn der Nutzer das Profil auf „abwesend“ setzt. Ist der Nutzer zu Hause, soll dort kein Alarm ausgelöst werden. Lediglich, wenn die Kellertür geöffnet wird, soll der Alarm immer dann ausgelöst werden, wenn eine unbefugte Person die Tür öffnet. Die Alarmierung kann über eine Sirene erfolgen, die im den Testszenario nicht zum Einsatz kam, und über die Benachrichtigung des Smartphones, bzw. auch über Lampen im Wohnraum. Beim Test hat sich herausgestellt, dass die Informationen über den Status (offen oder geschlossen) der Türen sehr direkt im Smartphone ersichtlich sind und der Alarm direkt ausgelöst wird. Zusätzlich hat der Nutzer nach dem Auslösen des Alarms direkt die Möglichkeit von jedem Ort auf die installierten Kameras zuzugreifen, um sich ein Bild von der Situation zu machen. Ein Manko hat das Alarmsystem von Magenta SmartHome jedoch. Sobald der Nutzer das Profil auf „zu Hause“ umstellt, wird das Alarmsystem standardmäßig und automatisch deaktiviert, so dass dann der Alarm auch für den Keller nicht mehr ausgelöst wird. Der Nutzer muss für das Profil „zu Hause“ das Alarmsystem selbstständig aktivieren, was die Bedienung etwas umständlich macht. Dennoch

wird das Sicherheitsgefühl erhöht, denn der Nutzer kann zu jeder Zeit, an jedem Ort informiert werden, sobald sich unberechtigter Weise Personen Zugang zu den Räumlichkeiten verschaffen. Hierfür muss im Falle eines Einbruchs das Smartphone des Nutzers eine Verbindung zum Internet haben, bzw. der Internetanschluss zu Hause verfügbar sein. Als Alternative ist es jedoch möglich eine Regel für die Kellertür zu erstellen. Sobald die Kellertür geöffnet wird, kann eine Push-Nachricht an das Smartphone versendet werden und die Beleuchtung von ausgewählten Lampen eingeschaltet werden, sowie, wenn vorhanden, die Sirene aktiviert werden. Die Push-Nachricht auf dem Smartphone ersetzt jedoch nicht den Alarm, der sonst bei einem aktiven Alarmsystem auf dem Smartphone ertönen würde.

Für die Automatisierung wurden mehrere Regeln erstellt. Die erste Regel dient zum Energiesparen. Das heißt, dass alle verbundenen Geräte im Haushalt abgeschaltet werden, wenn das Profil auf abwesend gestellt wird. Die zweite Regel dient dazu die Bewohner morgens mit gedämmten Licht auf das Aufstehen vorzubereiten. Der Wecker der Testperson klingelt in der Regel morgens um sechs Uhr, so dass die Regel so konfiguriert wurde, dass die Nachttischlampen fünf Minuten vor um sechs mit fünf Prozent Leuchtkraft eingeschaltet werden. Die Regel Nummer drei schaltet in der Woche von Montag bis Donnerstag alle Geräte um 22:00Uhr aus. Die Regeln haben jeder Zeit so funktioniert, wie sie konfiguriert worden. Die Testperson war mit der zweiten Regel überhaupt nicht zufrieden, denn für sie war das Einschalten der Lampen kurz vor dem Aufstehen sehr unangenehm. Auch die Regel Nummer drei findet sie etwas ungünstig. Normalerweise geht sie in Ihrem Alltag vor 22:00 Uhr ins Bett. Sollte dies aber mal nicht der Fall sein, wird die Regel dennoch alle Geräte gegen ihren Willen ausschalten.

#### **Fazit der Testperson zur Nutzung:**

Die Testperson findet die Nutzung der Smart Home Lösung sehr einfach. Die Steuerung der Geräte ist sehr leicht sowohl über das Smartphone, als auch über Schalter oder Smart Speaker. Im Alltag ist die Steuerung über Schalter bzw. über den Smart Speaker am einfachsten und nützlichsten, denn wie bereits beschrieben, ist es sehr umständlich, wenn der Nutzer für die Steuerung extra die App öffnen muss. Der Testperson gefällt ebenso die Möglichkeit mehrere Geräte über Szenen zu steuern und die Geräte so zu schalten, dass die Geräte für die entsprechende Situation die Bedürfnisse des Nutzers erfüllen. Die Möglichkeit den Keller mit einem Türsensor zu überwachen und bei Zutritt durch unberechtigte Personen über die Öffnung der Kellertür informiert zu werden, findet die Testperson ebenfalls sehr gut. Jedoch zu umständlich ist die Aktivierung des Alarmsystems im Profil „zu Hause“. Die Option, wann der Alarm aktiv und nicht aktiv ist sollte getrennt vom Profil einstellbar sein. Die De- und Montage des Heizthermostates war ebenfalls zu kompliziert. Und die Verwendung von der Regel muss ganz genau von den Bewohnern betrachtet werden, denn Regeln haben Einfluss auf alle Bewohner des Wohnraumes. Und der Alltag folgt nicht immer denselben Mustern, so dass Regeln möglicherweise nicht immer zur gegenwärtigen Situation passen.

### **5.2.3 Erweiterung**

In dem Kapitel der Erweiterung des Smart Home System der Telekom erfolgt kein Usability Test. Es wird stattdessen untersucht wie erweiterbar und kompatibel das System zu Geräten ist. Wie bereits gesagt, unterstützt das System die Funkstandards DECT ULE, ZigBee, HomeMatic / -IP, WLAN IP und Bluetooth LE und es unterstützt ca. 300 Partnergeräte. Der Vorteil durch die Unterstützung von mehreren Funkstandards ermöglicht eine breite Palette von verschiedenen Geräten und Partnerherstellern, die für die Plattform kompatibel gemacht werden können. Denn nur, weil ein Gerät einen Funkstandard unterstützt, ist es noch nicht kompatibel zur Smart Home Plattform der Telekom. Die Telekom schließt mit den Herstellern Partnerschaften und entscheidet welche Produkte für das System kompatibel gemacht werden. Das hat den Vorteil, dass die

Produkte vorab geprüft werden und somit sichergestellt wird, dass die Produkte bestimmte Standards in Sachen Usability und Sicherheit erfüllen.

Dennoch erweitert die Telekom die Möglichkeit weitere Produkte von verschiedenen Herstellern einzubinden. Das zeigt sich daran, dass zu Beginn der Untersuchung des Smart Home Systems, lediglich Haushaltsgeräte, wie Kühlschränke und Kochfelder der Firma Miele kompatibel waren. Mittlerweile können auch Geräte anderer Hersteller dieser Produktpalette eingebunden werden.

Der Nutzer muss sich im Vorfeld informieren, bevor ein neues Gerät erworben werden kann, ob dieses Gerät auch kompatibel zu seiner eingesetzten Lösung ist. Dieses Problem haben auch andere Lösungen. Allein schon, weil es viele verschiedene Funkstandards gibt, die jeweils nicht untereinander kompatibel sind. Das führt dazu, dass der Nutzer eventuell schon vom Kauf absieht, weil ihm die Recherche nach einer geeigneten Lösung zu kompliziert ist.

#### **5.2.4 Usability Ergebnis**

Nachfolgend wird das System anhand der Designprinzipien von Donald Norman und nach den Usability-Merkmalen von Jakob Nielsen beurteilt. Zusätzlich wird betrachtet, in wie fern die Anforderungen an die Kommunikationsgeräte erfüllt sind.

#### **Bewertung Designprinzipien von Donald Norman**

##### **Konsistenz**

Die Interaktion war nicht immer konsistent, denn es wurden zwei baugleiche Lampen verbaut, wobei die erste nicht von der Zentrale gefunden wurde und händisch eingerichtet werden musste. Die zweite Lampe wurde ohne Probleme vom System erkannt und konnte automatisch eingerichtet werden. Ebenso konnte auch der Sensor ohne Probleme automatisch eingerichtet werden. Jedoch waren alle anderen Aktionen zu jeder Zeit konsistent und der Fehler kann auf ein Verbindungsproblem zurückgeführt werden.

##### **Sichtbarkeit**

In der App waren nicht alle Bedienelemente und Handlungsoptionen sofort erkennbar. Die Testperson hatte Probleme beim Anlegen von Räumen. Die Funktion Räume anzulegen befindet sich in den Einstellungen unter dem Menüpunkt Geräte konfigurieren. Hier hätte ein separates Menü, um Räume anzulegen, eine bessere Übersicht verschafft. Dennoch ist das Menü übersichtlich gestaltet und hinter jedem Menüpunkt ist erkennbar, welche Funktionen sich dahinter verbergen.

##### **Affordanz**

Der Fall für die Anlage der Räume kann auch auf die Affordanz bezogen werden. Die Schaltfläche „Fertig“ vermittelte den Eindruck den Raum darüber anzulegen. Stattdessen hätte das Symbol „+“ verwendet werden müssen. Die Testperson dachte, dass mit dem Klick auf die Schaltfläche „Fertig“ der Raum gespeichert wird.

##### **Mapping**

Das Mapping hingegen kann als positiv betrachtet werden, denn beim Hinzufügen und Einrichten der Geräte, stellen die Symbole in der App exakt das Produkt dar, welches sie auch in der Realität darstellen. So wird eine Glühlampe auch als Glühlampe in der App dargestellt. Auch die Menüpunkte werden durch passende Symbole dargestellt.

##### **Feedback**

Das Feedback hingegen war, wie bereits im Fazit der Testperson erklärt, nicht immer korrekt. Die erste Lampe war bereits eingerichtet, trotzdem wurde noch der Ladebildschirm angezeigt. Oder beim Versuch den Raum anzulegen, kam das Feedback „Räume erfolgreich gespeichert“, was die Testperson im Glauben ließ, der Raum sei angelegt. Meistens war das Feedback richtig und wurde beim Schalten von Geräten mit einer entsprechenden Nachricht quittiert.

### **Grenzen**

Die Interaktionsgrenzen waren, bis auf den Fall mit den Räumen, für den Nutzer klar. Die Navigation durch die App war problemlos möglich und es traten keine weiteren Fehler auf. Die Installation der Zentrale war ebenfalls einfach und die Anschlussmöglichkeiten sind klar vorgegeben, so dass die Verbindung mit dem beiliegenden Netzkabel zum Router und der Anschluss an das Stromnetz kein Problem für die Testperson darstellten

### **Usability nach den Merkmalen von Jakob Nielsen**

#### **Erlernbarkeit**

Das Einrichten neuer Geräte ist schnell erlernbar und folgt immer dem gleichen Schema. Die Möglichkeit die Geräte manuell einzubinden, wird durch eine Anleitung in der App zu dem jeweiligen Gerät bildhaft untermalt. So ist es für den Nutzer sehr einprägsam und er ist in der Lage baugleiche Geräte schnell und einfach einzurichten. Ebenso ist die Steuerung der Geräte schnell erlernbar.

#### **Effizienz**

Das Design war für die Testperson meist verständlich und die Aufgaben konnten erfolgreich abgearbeitet werden. Jedoch war die Wartezeit in dem ein oder anderen Menü zu lang, so dass mehr Aufwand bei der Einrichtung notwendig war, als erwartet. Die Steuerung von Geräten über das Smartphone ist im Vergleich zur Steuerung über Schalter und Smart Speaker nicht effizient und zu unkomfortabel.

#### **Effektivität**

Alle Aufgaben konnten besonders in der Nutzungsphase von der Testperson erledigt werden. Somit war die Nutzungsphase effektiv. Lediglich die Installation des Thermostates ist gescheitert, weil die Anleitung zu kompliziert war und die De- und Montage von Thermostaten keine alltägliche Aufgabe ist.

#### **Einprägsamkeit**

Zur langfristigen Einprägsamkeit kann bezogen auf die Testperson keine Aussage getroffen werden, da der Test dafür mehrmals durchgeführt werden müsste. Bis auf das Konfigurieren der Räume ist die App sehr logisch gestaltet, so dass jeder Zeit alle Funktionen wiedergefunden werden können und auch die Bedienung einprägsam ist. Die Einschätzung beruht auf den Erfahrungen des Testleiters.

#### **Fehler**

Während der Inbetriebnahme traten Fehler bei der Anmeldung, beim Einrichten eines Gerätes und der Anlage der Räume auf. Alle Fehler konnten vom Nutzer behoben werden. Trotzdem besteht hier noch Verbesserungspotenzial.

#### **Zufriedenheit**

In Summe ist die Testperson zufrieden mit der Einrichtung. Wie bereits geschildert, hat die Installation zu lange gedauert und einige Feedback-Meldungen aus der App waren nicht logisch. Die Testperson würde Smart Home aufgrund der Möglichkeiten Wohnräume zu überwachen und viele Lampen und Geräte automatische oder gleichzeitig zu steuern weiterhin einsetzen.

### **Anforderungen an IoT-Geräte:**

#### **Hohe Reichweite bei wenig Bandbreite und niedrige Datenrate**

Im Testsystem war eine Kamera und ein Türsensor im Keller installiert. Die Testwohnung befindet sich in der 1. Etage in einem Mehrfamilienhaus. Der Stream zur Kamera konnte zu jeder Zeit aufgebaut werden und die Rückmeldung über Zustandsänderungen des Türsensors wurde direkt zur Zentrale übermittelt.

### **Geringer Energieverbrauch**

Die Anforderung besteht insbesondere für Geräte ohne externe Stromversorgung. Die verwendeten Türsensoren werden mit einer Knopfzelle des Typs CR2450 mit ca. 600mAh mit Energie versorgt. Die Knopfzelle hat laut Hersteller eine Lebensdauer von ca. einem Jahr.<sup>185</sup> Der Verbrauch ist dennoch von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen von der verwendeten Funktechnologie, und zum anderen von der Häufigkeit der Verwendung. Zusätzlich ist die Lebensdauer von der Kapazität und Art der Batterie abhängig. Der verbaute Sensor im Test funkt mit DECT ULE. Der Langzeittest hat ergeben, dass die Lebensdauer der Batterie von einem Jahr eingehalten wird. Im Online-Shop der Telekom wird ein weiterer Türsensor mit der Funktechnologie HomeMatic IP angeboten, bei dem die Batterielebensdauer von bis zu 5 Jahren angegeben ist.<sup>186</sup> Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Geräte ohne externe Stromversorgung ausreichend lange mit Energie versorgt werden und der Energieverbrauch gering ist.

### **Sicherheit in der Übertragung (Verschlüsselung)**

Die Überprüfung der Sicherheit der Smart Home Lösung konnte in dem Test nicht durchgeführt werden. Das Thema Sicherheit ist dennoch sehr wichtig und darf nicht außer Acht gelassen werden. Die Telekom verweist darauf, dass die Funkkommunikation, die Endgeräte, die Verbindung zum Server der Telekom und der Zugriff über das Smartphone, Tablet oder PC gesichert ist (Siehe Abbildung 5.1). Das Smart Home System der Telekom wurde von dem Magdeburger Institut „AV-Test GmbH“ zertifiziert und als sicher eingestuft.<sup>187</sup> Getestet wurde die Datenkommunikation zwischen den IoT-Geräten und den Onlinediensten. Wie kritisch es werden kann, wenn Systeme nicht sicher sind, zeigt ein veröffentlichter Artikel auf Golem.de.<sup>188</sup> Verwendet wurde ein Thermostat, ein Türspion und eine Überwachungskamera. Der Angreifer konnte die Überwachungskamera hacken und auch die Kontrolle über die anderen Geräte erlangen. Der Angreifer terrorisierte die Familie, in dem er über den Lautsprecher der Kamera Musik abspielte und die Heizung des Thermostates aufdrehte. Der Fall scheint auf den ersten Blick, mehr ein böser Streich zu sein. Doch können kompromittierte Geräte durch Angreifer für genau das Gegenteil als des ursprünglichen Ziels verwendet werden. Kameras sollen die Sicherheit steigern und den Besitzer vor Einbrechern warnen und schützen. Doch können gehackte Kameras durch Angreifer zum Ausspionieren der Bewohner und zur Begutachtung der Besitztümer genutzt werden. Das Alarmsystem kann abgeschaltet werden, so dass der Nutzer den Einbruch nicht gemeldet bekommt und Einbrecher während der Abwesenheit der Bewohner den Einbruch ausführen können. Deshalb sind die Anbieter in der Pflicht dafür Sorge zu tragen, dass ihre Systeme ausreichend verschlüsselt sind und regelmäßig mit Sicherheitsupdates verbessert werden. Ebenso müssen die Nutzer für das Risiko sensibilisiert werden und sich der Gefahr bewusstwerden, wenn sie nicht sichere Systeme installieren oder mit unsicheren Passwörtern arbeiten, bzw. auf ihre Daten keine ausreichende Sorgfalt geben.

### **Hohe Zuverlässigkeit in Übertragung und Betrieb (geringer Paketverlust)**

Im Usability Test wurden alle Befehle zu Steuerung umgesetzt, alle Geräte waren jederzeit erreichbar und die Rückmeldung der Sensoren an das Gateway und an den Nutzer sind direkt erfolgt. Im Langzeittest kam es einmal vor, dass die Zentrale nach einem Software Update nicht

---

<sup>185</sup> Vgl. SmartHome Tür-/Fensterkontakt - Batterielebensdauer (<https://www.smarthome.de/geraete/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).

<sup>186</sup> Vgl. ebd.

<sup>187</sup> Vgl. Sicheres Gefühl statt gefühlter Sicherheit: 13 Security Starter Kits im Test (<https://www.av-test.org/de/news/sicheres-gefuehl-statt-gefuehlter-sicherheit-13-security-starter-kits-im-test/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019); Magenta SmartHome [wie Anm. 171].

<sup>188</sup> Vgl. Nest: Wenn das Smart Home zum Horrorhaus wird - Golem.de (<https://www.golem.de/news/nest-wenn-das-smart-home-zum-horrorhaus-wird-1909-144122.html>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).

mehr erreichbar war. Die Smart Home App konnte keine Verbindung mehr zur Zentrale herstellen. Daraufhin wurde zur Fehleranalyse über das User Interface auf die Zentrale zugegriffen. Dort kam ebenfalls die Meldung, dass die Verbindung nicht möglich ist. Die Zentrale musste daraufhin auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden. Nach erfolgreichem Neustart konnte die Verbindung wiederhergestellt werden, aber auch die Geräte und Einstellungen waren durch das Zurücksetzen auf die Standardeinstellung zurückgesetzt. Die Geräte hatten sich zum Teil wieder mit der Zentrale verbunden. Sie hatten aber keine Bezeichnung mehr in der Zentrale und waren keinem Raum mehr zugewiesen. Die Türsensoren waren nicht mehr verbunden. Die Ursache für den Ausfall konnte nicht gefunden werden. Vermutet wird, dass ein Software-Update für die Home Base fehlgeschlagen ist. Zur Wiederherstellung des Systems kann im Normalfall auf eine Konfigurationssicherung (Backup) zugegriffen werden. Jedoch war in den Einstellungen kein Backup mehr vorhanden oder wurde nicht angezeigt. Also wurden manuell alle ursprünglichen Konfigurationen eingestellt und die Geräte wieder verbunden. Anschließend wurde das Backup angestoßen. Nach dem das Backup erfolgreich durchgeführt wurde, waren die vergangenen Backups in der Benutzeroberfläche wieder zu sehen. Die alten Backups waren die ganze Zeit vorhanden. Nur die Anzeige in der Benutzeroberfläche war fehlerhaft. Der Fehler war insgesamt sehr schwerwiegend, weil das ganze Smart Home System damit außer Betrieb gesetzt wurde und die Wiederherstellung des Systems sehr viel Zeit in Anspruch genommen hat.

### **Geringe Latenzzeiten**

Während des Usability Tests und des Langzeittests, waren die Reaktionszeiten zu jeder Zeit direkt, auch wenn eine minimale Latenz beispielsweise Vergleich zum analogen Einschalten von Lampen spürbar ist. Der Vorteil im Smart Home, dass mehrere Geräte gleichzeitig gesteuert werden können, relativiert diesen Umstand wieder.

### **Einfache Installation**

Die meisten Geräte im Smart Home Umfeld lassen sich einfach installieren. Smarte Leuchtmittel lassen sich wie handelsübliche Leuchtmittel in Lampen verbauen. Viele Sensoren lassen sich mit Klebestreifen an ihrem Einsatzort montieren. Wie der Test gezeigt hat, wird es bei Thermostaten komplizierter, weil diese in Mietwohnungen normalerweise nicht ständig gewechselt werden und so die Handhabung im Allgemeinen nicht bekannt ist. Bei der Installation von Funk-Schaltaktoren wird darauf verwiesen die Installation nur durch Personen mit einschlägigen elektrotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen durchzuführen ist.<sup>189</sup> Jedoch ist die Installation von Schaltaktoren ohne Funk ebenso nur von einer Elektrofachkraft durchzuführen und die Schwierigkeit in der De- und Installation von normalen Thermostaten ist analog zur vernetzten Thermostaten. Zur Installation in das Gateway der Telekom lässt sich sagen, dass die Installation unabhängig vom Produkt und Funkstandard einfach war. Die Möglichkeit das Gerät anhand von Hersteller und Produktname zu installieren ist ebenfalls gegeben und wenn der Nutzer doch das falsche Geräte auswählen sollte, ist die Zentrale intelligent genug, dem Nutzer das richtige Geräte vorzuschlagen.

### **Geringe Anschaffungs- und Betriebskosten**

Ein Argument aus der Umfrage, warum Smart Home nicht eingesetzt wird, ist, dass 38% der Befragten angeben, dass Smart Home Produkte zu teuer sind. Das Empfinden, ob ein Produkt zu teuer ist, ist subjektiv und kann pauschal nicht beantwortet werden. In Kapitel 5.3 wird eine

---

<sup>189</sup> Vgl. HomeMatic - Funk-Schaltaktor 1-fach für Markenschalter, Unterputzmontage. Installations- und Bedienungsanleitung (<https://www.smarthome.de/product-images/2d3697f8-40d8-4f8e-af1c-fc5ac2fc0282/default/eq-3-schaltaktor-fuer-markenschalter-unterputz.pdf>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019), S. 15–17.

wirtschaftliche Betrachtung im Smart Home durchgeführt, um einen Vergleich zwischen einer vernetzten und einer nicht vernetzten Wohnung durchzuführen.

### **Erreichung der Ziele und Schaffung von Mehrwert**

Durch die Möglichkeit viele Geräte auf einmal zu steuern und mittels Szenen und Regeln Abläufe zur Automatisierung kann eine Verbesserung des Komforts erreicht werden. Zu beachten ist, dass jeder Nutzer ein individuelles und subjektives Komfortgefühl besitzt und dennoch bietet der Markt viele verschiedene Möglichkeiten den Komfort zu steigern.

### **Steigerung der Sicherheit**

Mittels des Alarmsystems, der Verwendung von Kameras, Fenster- und Türsensoren, Bewegungsmelder und der Simulation der Anwesenheit kann die Sicherheit gesteigert werden. Potenzielle Einbrecher können durch die Simulation abgeschreckt werden und der Nutzer wird durch das Alarmsystem informiert und kann entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten.

### **Steigerung der Energieeffizienz**

Die Energieeffizienz kann durch vernetzte Thermostate gesteigert werden. Denn an kalten Tagen, muss die Heizung nicht den ganzen Tag eingeschaltet sein, während der Nutzer z.B. auf Arbeit ist. Die Heizung kann so programmiert werden, dass sie eine Raumtemperatur von z.B. 18°C beibehält während der Nutzer abwesend ist und kurz vor seiner Rückkehr kann die Temperatur auf 20°C hochgeheizt werden. Des Weiteren kann durch Regeln, die Heizung automatisch abgeschaltet werden, wenn das Fenster geöffnet wird. Zusätzlich kann mit vernetzten Steckdosen der Stromverbrauch von bestimmten Geräte erfasst werden und so der Energieverbrauch bei Bedarf optimiert werden. Da die Steckdosen, aber nicht den gesamten Verbrauch erfassen können, sind vernetzte Stromzähler (Smart Meter) die bessere Lösung, um den gesamten Stromverbrauch digital zu erfassen.

### **Automatisierung von Abläufen**

Die Automatisierung von Abläufen in der Wohnung oder dem Haus ist möglich und unterstützt alle vorher genannten Ziele. Jedoch betrifft die Automatisierung alle Bewohner des smarten Wohnraumes und kann zu Zwangshandlungen führen, die die Bewohner dann ausführen, weil das Smart Home System sie dazu verleitet und die Nutzer diese dann auch ausführen. Deshalb muss, wenn die Nutzer sich für Automatisierung von Abläufen entscheiden, darauf geachtet werden, dass die Automatisierung kein Individuum in seinem Alltag negativ beeinflusst und gemeinsam eine passende Lösung für alle Nutzer gefunden werden. Die oben genannten Ziele können auch ohne die Automatisierung von bestimmten Abläufen erreicht werden. Wenn es darum geht bewusst und auf Befehl des Nutzers mehrere Geräte auf einmal zu steuern, die Alarmierung durch einen Einbruch, oder die Abschaltung der Heizung bei geöffneten Fenster durchzuführen, dann liegt keine Automatisierung vor die den Nutzer negativ beeinflussen kann.

## **5.2.5 Fazit zur Usability von Smart Home**

Die Testperson konnte die ihr gestellten Aufgaben in der Installationsphase und Nutzungsphase lösen mit Ausnahme der Montage des Thermostates. Die Installation hat sich als nicht zu kompliziert herausgestellt, auch wenn sie etwas zu viel Zeit in Anspruch genommen hat. Und zur Nutzungsphase lässt sich festhalten, dass die vorhandenen Geräte, Szenen und die App sich gut bedienen lassen, aber die Steuerung über einen Smart Speaker bevorzugt wird, wo durch das Ziel den Komfort zumindest in Sachen Lichtsteuerung erreicht werden konnte. Die App zur Steuerung von Lampen ist in Alltagssituation zu umständlich. Deshalb ist der Einsatz von vernetzten Schaltern oder einem Smart Speaker zu empfehlen. Zur Optimierung der Energieeffizienz konnte aus dem Test keine Erkenntnis gewonnen werden. Aber die Testperson hat ein sicheres Gefühl

über ihre Wertsachen durch die Ausstattung des Kellers mit einem Türsensor und einer Kamera. Somit ist aus der Sicht der Testperson auch das Ziel der Verbesserung der Sicherheit erfüllt. Die Automatisierung von Abläufen ist prinzipiell möglich, die Nutzer müssen jedoch ganz genau analysieren was automatisiert werden soll, damit es zu keinen Einschränkungen einzelner Bewohner kommt. Zudem ist es kritisch zu betrachten, wenn vieles automatisiert wird. Wenn z.B. jeden Morgen ein frisch gekochter Kaffee zur Verfügung steht, weil dieser automatisch zubereitet wurde, werden die oder der Nutzer diesen vermutlich auch trinken, statt ihn wegzuschütten, auch wenn sie eigentlich keinen Geschmack auf den Kaffee haben. Somit kann die Automatisierung von Abläufen dafür sorgen, dass die Nutzer in gewisse Zwänge getrieben werden.

Ein weiteres Problem entsteht für z.B. Gäste, oder Kinder die nicht in das Smart Home System eingewiesen sind. Die Steuerung über vernetzte Schalter, die nur Lampen schalten oder ein Thermostat mit einem Display zur Anzeige und Stellrad zum Einstellen der Temperatur, sollten kein Problem in der Bedienung für den Gast darstellen. Aber in dem Usability Test, wurde durch die Testperson die Steuerung der Beleuchtung durch einen Smart Speaker bevorzugt. Die Testperson kennt die Befehlsabfolge zur Steuerung der Geräte. Ein Gast jedoch wird bei der Steuerung der Geräte durch Sprache vor das Problem gestellt, dass er den Aktivierungsbefehl und den Gerätenamen kennen muss, um die Geräte zu steuern. Ebenso stellen Schalter, die mehr als eine Schaltfunktion haben den Gast vor Herausforderungen in der Bedienung, da nicht sofort ersichtlich ist, welche Funktionen dahinterstehen. Das Problem lässt sich ohne weiteres auch nicht lösen, denn im Gegensatz zu einer Wohnung ohne Smart Home, bei der das Ein- und Ausschalten von Lampen über einem einfachen Lichtschalter erfolgt, sind in der Gestaltung Smart Home Lösung individuell viele Verschiedene Szenarien möglich und die Steuerung ist durch die Vielzahl an Lösungen nicht standardisiert. Daher ist eine Einweisung von Gästen durch den Nutzer notwendig, damit dieser weiß wie das Smart Home zu bedienen ist.

Damit eine gute Usability für alle Ziele erreicht werden kann und Gäste das System ebenfalls ohne Barrieren bedienen können, muss im Falle der Smart Home Lösung der Telekom der Nutzer der die Lösung in seinem Wohnraum betreibt, sich im Vorfeld genau informieren welche möglichen Szenarien es gibt, welche Ziele er erreichen möchte und wie die Bedienung erfolgen soll. Kleine Insellösungen die nur über den Smart Speaker und das Smartphone bedient werden können, schließen Gäste ohne Einweisung in die Bedienung ebenso aus wie komplette Systeme die über den ganzen Wohnraum funktionieren. Um diesem Problem entgegenzuwirken muss der Nutzer wie ein Architekt, die Lösung planen und umsetzen, so dass sie für alle funktioniert, auch ohne Smartphone und Smart Speaker und über den klassischen Weg der alltäglich gewohnten Bedienung. Erschwerend kommt hier allerdings hinzu, dass die Vielzahl der verschiedenen Lösungen, Funktechnologien und fehlende Standards den Markt sehr kompliziert auf nicht technisch versierte Nutzer wirken lässt. Die Festlegung auf einen Funkstandard und Sicherstellung der Einhaltung von Qualitätsstandards und Anforderungen von IoT-Geräte würde das Problem lösen.

Der Test wurde nur einmal mit einer Testperson durchgeführt, um ein noch genaueres Ergebnis zu bekommen, wäre es erforderlich weitere Usability Tests in einem geeignetem Test Labor mit entsprechender Ausstattung an Geräten, um die verschiedenen Szenarien, die die Telekom unter anderem vorschlägt zu beurteilen. Des Weiteren müsste für den Test ebenso ein Langzeittest durchgeführt werden, um beurteilen zu können, welche Auswirkungen der Umgang mit den Geräten, sowie Regeln, Szenarien und automatisierte Abläufe auf den Alltag der Bewohner hat.

## 5.3 Analyse der Smart Home Geräte unter Anwendung der Design Thesen nach Rams

In diesem Kapitel werden die Produktkategorien „Smart-Home-Lampen“ und „Fenster- und Türsensoren“ mit den Design Thesen von Rams untersucht.

### 5.3.1 Smart-Home-Lampen

In der ersten Kategorie werden die Smarte-Home-Lampen des Herstellers OSRAM und die Eigenentwicklung von SmartHome betrachtet. Der Einfachheit halber werden nur die Lampen mit dem Sockel E27 und jene bei denen Farbe änderbar ist betrachtet. Nachfolgende werden die Lampen kurzvorgestellt. An dieser Stelle sei noch zu erwähnen, dass die technischen Produktdetails nicht miteinander Verglichen werden können, da die Hersteller unterschiedliche Informationen zu ihren Produkten veröffentlichen. Somit ist ein direkter Vergleich in allen Details nicht immer möglich.

Ergänzend folgt an dieser Stelle eine kurze Erklärung zu Unterscheidung zwischen den Begriff „Lampe“ und „Leuchte“. Der Volksmund sagt zur Lampe gerne auch Glühbirne und Leuchten werden gerne als Lampen bezeichnet. Jedoch ist dies falsch. Die Schreibtischlampe müsste richtigerweise Schreibtischleuchte heißen und die Lampe wird in der Schreibtischleuchte befestigt.<sup>190</sup>

In der Abbildung 5.3 ist LED-Lampe von SmartHome dargestellt. Die technischen Produktdetails können der Tabelle 5.1 entnommen werden.

Technische Details	Herstellerangabe
<b>Typ</b>	LED-Lampe
<b>Maße (HxBxT)</b>	116 x 62 x 62 mm
<b>Produktoberfläche</b>	Kunststoff / Glas
<b>Funkstandard</b>	Frequenz 1.9 GHz (Protokoll DECT Ultra Low Energy)
<b>Leistung</b>	9 W
<b>Sockel</b>	Sockel E27
<b>Durchschnittliche Lebensdauer</b>	20.000 h
<b>Farben</b>	16 Millionen
<b>Spannung</b>	220 bis 240 V
<b>Dimmfunktion</b>	Ja
<b>Lichtleistung</b>	806 Lumen
<b>Farbtemperatur</b>	2700 bis 6500 Kelvin

Tabelle 5.1: SmartHome LED-Lampe E27 farbig – Technische Details<sup>191</sup>

<sup>190</sup> Vgl. Unterschied zwischen Lampe und Leuchte (<https://www.ledon.at/faq/was-ist-der-unterschied-zwischen-lampe-und-leuchte/>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

<sup>191</sup> SmartHome LED-Lampe E27 farbig (<https://www.smarthome.de/geraete/smarthome-led-lampe-e27-farbig-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).



Abbildung 5.3: SmartHome LED-Lampe E27 farbig<sup>192</sup>

Die Lampe von OSRAM ist in der Abbildung 5.4 dargestellt. Die Technischen Produktdetails zu diesem Produkt können der Tabelle 5.2 entnommen werden.

Technische Details	Herstellerangabe
Typ	LED-Lampe
Maße (HxBxT)	120 x 60 x 60 mm
Produktoberfläche	Kunststoff / Glas
Funkstandard	ZigBee
Leistung	10 W
Sockel	Sockel E27
Durchschnittliche Lebensdauer	20.000 h
Farben	16 Millionen
Spannung	230 V
Dimmfunktion	Ja
Lichtleistung	800 Lumen <sup>193</sup>
Farbtemperatur	2700 bis 6500 Kelvin

Tabelle 5.2: OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor – Technische Details<sup>194</sup>

<sup>192</sup> SmartHome LED-Lampe E27 farbig [wie Anm. 191].

<sup>193</sup> Vgl. OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor (<https://www.amazon.de/OSRAM-SMART-HomeKit-Classic-Multicolor/dp/B07H83TJWK>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

<sup>194</sup> OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor (<https://www.smarthome.de/geraete/osram-smart-plus-classic-e27-multicolor-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).



Abbildung 5.4: OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor<sup>195</sup>

Beim Vergleich der beiden Leuchtmittel fällt auf, dass die Produkte sich von den technischen Details hauptsächlich in dem Funkstandard unterscheiden. Die restlichen Details sind nahezu identisch. Lediglich 1 Watt mehr Leistung benötigt die Lampe von OSRAM. Demzufolge wird bei der Betrachtung der Lampen anhand der zehn Thesen nach Rams keine Unterscheidung zwischen den beiden Produkten vorgenommen. Werden nun herkömmliche LED-Lampen zum Vergleich dazu betrachtet fällt auch hier auf, dass die technischen Details sich bis auf die Tatsache, dass diese nicht vernetzt und in der Farbgebung nicht veränderbar sind ebenso kaum unterscheiden.<sup>196</sup> Für den Vergleich wurden je eine LED-Lampe ohne Smart-Home-Funktionalität von Philips<sup>197</sup> und ebenfalls OSRAM<sup>198</sup> betrachtet. Dabei fällt auf, dass der Stromverbrauch mit einer Leistung von 7 Watt bis 8 Watt etwas geringer ist, als bei den vernetzten LED-Lampen. Diese Tatsache ist auf die nicht vorhandene Vernetzung zurückzuführen. Zur Lebensdauer lässt sich festhalten, dass die vernetzten Lampen laut Herstellerangaben bis zu 5000 Stunden halten, als die herkömmlichen Lampen.

Nachfolgend folgt nun die Betrachtung die zehn Thesen nach Rams anhand der LED-Lampe OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor.

### **Gutes Design ist innovativ**

Eine Smart-Home-Lampe ist auf den ersten Blick von einer herkömmlichen LED-Lampe oder gar einer Glühlampe nicht zu unterscheiden. Das Design ist immer noch das einer normalen Lampe und gerade deswegen ist es innovativ, denn Smart-Home-Lampen können über das eingebaute und nicht sichtbare Funkmodul mittels Smartphone oder anderen

<sup>195</sup> Ebd.

<sup>196</sup> Vgl. Osram LED-Lampe ([<sup>197</sup> Vgl. Philips LED-Lampe \[wie Anm. 196\].](https://www.amazon.de/Philips-Lampe-ersetzt-warmwei%C3%9F-Dreierpack/dp/B01L7A1YS8/ref=sr_1_6?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=led+lampe+e27+60w&qid=1574003094&sr=8-6, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

<sup>198</sup> Vgl. Osram LED-Lampe [wie Anm. 196].

Interaktionsmöglichkeiten aus der Ferne gesteuert werden, was den Gebrauchswert der Lampe um die Smart-Home-Komponente erweitert.

### **Gutes Design macht ein Produkt brauchbar**

Eine Smart-Home-Lampe ist genauso benutzbar, wie eine normale Lampe mit dem Unterschied, dass die vernetzte Lampe weitere Funktionen bietet, die dem Nutzer weitere Funktionen bietet. Zur Erinnerung mit Smart-Home-Lampen sollen die Ziele Komfort und Energieeffizienz erreicht werden. Die Ziele werden mit den vernetzten Lampen unterstützt, somit ist trifft die These zu.

### **Gutes Design ist ästhetisch**

Diese These kann auf Lampen nur bezüglich der Eigenschaft, dass sie dimmbar und in der Farbgestaltung veränderbar sind angewendet werden, was sich wiederum auf das Wohlbefinden und das persönliche Umfeld positiv auswirkt. Allerdings ist dies auch stark abhängig davon in welchem und ob die Lampe in einer Leuchte verbaut wird, denn ohne oder in einer nicht attraktiven Leuchte wirkt das Design einer Lampe im Allgemeinen nicht ästhetisch.

### **Gutes Design macht ein Produkt verständlich**

Einer vernetzten Lampe ist nicht anzusehen, welche weiteren Funktionalitäten die Lampe mit sich bringt bzw. wie sie in eine Smart Home Lösung integriert wird. Dennoch bleibt es eine Lampe und dieser ist anzusehen, dass das Gewinde der Lampe in die Fassung einer Leuchte geschraubt werden muss.

### **Gutes Design ist unaufdringlich**

Das Design von Lampen ist im Allgemeinen unaufdringlich und sie werden generell eher weniger wahrgenommen. Es sind eher die Leuchte in denen sie verbaut sind, die wir wahrnehmen, aber durch die Funktionalität, dass sie in der Farbgebung veränderbar sind, treten sie als Produkt mehr in den Vordergrund und abhängig von der gewählten Farbe, kann dies als störend empfunden werden. Allerdings werden Farben von Individuen unterschiedlich wahrgenommen und die Farbe bleibt eine subjektive Geschmackssache.

### **Gutes Design ist ehrlich**

Zu dieser These kann gesagt werden, dass eine Smart-Home-Lampe mehr Funktionalitäten besitzt, als es den Anschein hat. Denn der Lampe ist nicht anzusehen, dass sie remote steuerbar ist und verschiedene Farbe konfiguriert werden können. Ein unwissender Gast betätigt den Lichtschalter wie bei einer normalen Lampe, was wiederum den Nachteil hat, dass damit die Smart-Home-Funktionalität der Lampe ausgeschaltet ist. Aber bei einer Lampe ist es auch schwierig mittels Design einer unwissenden Person zu vermitteln, dass die Lampe vernetzt ist.

### **Gutes Design ist langlebig**

Das Design von klassischen Lampen und auch der Lampe von ORAM ist langlebig, denn die Lampe hat die gängige Kolbenform. Mehr lässt sich bezogen auf die Thesen zum Design der Lampe nicht festhalten.

### **Gutes Design ist konsequent bis ins letzte Detail**

Wie bereits erwähnt entspricht das Design der Smart-Home-Lampe dem einer herkömmlichen Lampen. Die Tatsache kann als konsequent betrachtet werden. Allerdings steht bei der Lampe die Funktion der Steuerung aus der Ferne bzw. der Änderung der Farbgebung im Fokus. Bezogen auf diese Funktionen kann gesagt werden, dass dem Nutzer in der Farbgestaltung mit 16 Millionen Möglichkeiten keine Grenzen gesetzt sind.

### **Gutes Design ist umweltfreundlich**

Bei dem Produkt handelt es sich um eine LED-Lampe, diese verbrauchen weniger Strom als Lampen ohne Leuchtdioden (LED) und sie verbraucht nur minimal mehr Strom als eine klassische LED-Lampe. Zudem beträgt die Lebensdauer dieser Lampen laut Herstellerangaben im Durchschnitt 20000 Stunden, was 5000 Stunden mehr sind, als bei den nicht vernetzen LED-Lampen. Allerdings werden für die Funkmodule weitere Ressourcen zur Herstellung benötigt

### **Gutes Design ist so wenig Design wie möglich**

Auch zu dieser These lässt sich festhalten, dass das Design dem einer klassischen LED-Lampe entspricht und keine überflüssigen Elemente hinzugefügt worden. Wie auch schon bei der These „Gutes Design ist ehrlich“ und „Gutes Design macht ein Produkt verständlich“ beschrieben, sind der Smart-Home-Lampe die Funktionalitäten und die Interaktionselemente nicht anzusehen.

## **5.3.2 Fenster- und Türsensoren**

In diesem Abschnitt wird die Eigenentwicklung eines Fenster- und Türsensors von SmartHome, welcher in Abbildung 5.5 abgebildet ist, betrachtet.



Abbildung 5.5: SmartHome Tür-/Fensterkontakt magnetisch<sup>199</sup>

Der Sensor besteht aus zwei Teilen, wie in der Abbildung 5.6 deutlich zu sehen ist. In dem unteren Teil ist der magnetische Sensor, das Funkmodul, sowie die Batterie verbaut. Das

---

<sup>199</sup> SmartHome Tür-/Fensterkontakt magnetisch (<https://www.smarthome.de/geraete/smarthome-tuer-fensterkontakt-magnetisch-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

schmalere obere Teil ist das magnetische Gegenstück. Im Zustand wie in der Abbildung 5.6 ist die Tür geschlossen und die beiden Teilstücke sind nahegenug beieinander, so dass der Sensor den Magneten erkennt und die SmartHome Zentrale die Tür als geschlossen meldet. Sobald der Abstand der zwei Teilstück großgenug ist, signalisiert der Sensor, dass die Tür geöffnet ist.



Abbildung 5.6: SmartHome Türsensor (montiert) - Eigene Abbildung

An dieser Stelle folgte die Untersuchung des Produktes mit den zehn Thesen nach Rams.

#### **Gutes Design ist innovativ**

Durch die Teilung des Produktes in den Sensor mit Funkmodul und in den Magneten, ist es möglich zu ermitteln, ob die Tür geöffnet oder geschlossen ist. Dadurch ist es möglich eine handelsübliche Tür oder ein Fenster mit zu vernetzen. Aufgrund der Produktgestaltung in Zusammenschluss mit der verbauten Technik entsteht so ein innovatives Produkt.

#### **Gutes Design macht ein Produkt brauchbar**

Das Produkt hat nur den Zweck die Statusänderung, ob eine Tür oder ein Fenster geöffnet oder geschlossen ist, zu erfassen. Dementsprechend wurde es designt und das Produkt ist brauchbar.

#### **Gutes Design ist ästhetisch**

Das Design des Sensors ist schlicht und er ist nur in der Farbe weiß erhältlich. Die abgerundeten Ecken lassen das Produkt weicher erscheinen. Dennoch hebt sich auf dem ersten Blick der Farbton deutlich von der Tür ab, so dass bedenken auftreten können, dass Produkt das persönliche Umfeld negativ beeinflusst. Aus persönlicher Sicht und Erfahrung lässt sich festhalten, dass der Sensor im Alltag kaum auffällt und nicht als störend empfunden wird. Diese Sichtweise ist jedoch subjektiv.

#### **Gutes Design macht ein Produkt verständlich**

Durch die Teilung in zwei Teile wird dem Nutzer sofort bewusst, dass der Sensor am Türblatt und der Magnet an der Türzarge montiert werden muss. Dementsprechend ist das Design verständlich.

**Gutes Design ist unaufdringlich**

Wie schon bei der These zur Ästhetik erwähnt, ist der Sensor schlicht, er erfüllt seinen Zweck und er tritt durch seine Funktion und dem Design im Alltag in den Hintergrund, so dass er nicht wahrgenommen wird. Das Design ist neutral und der Sensor erfüllt durch sein Design die Aufgabe den Nutzer über den Status der Tür oder Fenster zu informieren.

**Gutes Design ist ehrlich**

Der Sensor ist durch sein Design ehrlich, denn er verspricht oder verschleiert keine Funktionen. Dem Nutzer ist anhand des Design klar, dass der Sensor mit dem Magneten nur zum Erfassen des Status verwendet werden kann.

**Gutes Design ist langlebig**

Das Design ist nicht modisch und wirkt auch nicht antiquiert. Durch das schlichte und unauffällige Design ist es langlebig.

**Gutes Design ist konsequent bis ins letzte Detail**

Das Design ist dahingegen konsequent, dass durch das Design beider Teile, jedes Teilelement seine Aufgabe hat und den Zweck erfüllt. Das Teil mit dem Sensor und dem Funkmodul, überprüft ob das Magnetfeld vorhanden ist und übermittelt die Information via Funk an die Zentrale und das zweite Teile erzeugt durch den Magnet das Magnetfeld.

**Gutes Design ist umweltfreundlich**

Der Sensor unterstützt in Kombination mit smarten Heizthermostaten, dass diese ausgeschaltet werden, sobald eine Tür oder Fenster geöffnet wird. Dadurch werden Energieressourcen eingespart. Des Weiteren hat das Geräte eine Batterielebensdauer von bis zu einem Jahr. Das ist soweit in Ordnung, aber hier gibt es Geräte mit derselben Funktion, bei der die Batterielebensdauer bis zu 5 Jahre beträgt.

**Gutes Design ist so wenig Design wie möglich**

Die These passt perfekt auf den Sensor, da er nur aus diesen zwei Teilen besteht und keine überflüssigen Elemente vorhanden sind, die zusammen eine Einheit ergeben.

**5.3.3 Fazit zur Betrachtung der Produkte anhand der Thesen**

Auch wenn die Thesen nur auf die Produktkategorien Smart-Home-Lampen und Fenster- bzw. Türsensor angewendet worden, zeigt es doch, dass die Thesen immer noch zeitgemäß sind und auf Produkte jeglicher Art angewendet werden können.

**5.4 Wirtschaftliche Betrachtung von Smart Home**

In diesem Kapitel erfolgt die wirtschaftliche Betrachtung der Anschaffungskosten Smart Home. Dazu werden zunächst die Beispielwohnung und die Preise der verwendeten smarten Geräte mit den analogen Zwillingen verglichen. Mit einem analogen Zwilling ist in diesem Fall ein Produkt aus der gleichen Produktkategorie ohne Vernetzung und Technologie gemeint. Die Beispielwohnung ist eine Mietwohnung mit einer Wohnfläche von ca. 85 m<sup>2</sup>, ist eine 3-Raum Wohnung, hat einen Balkon am Wohnzimmer und dazu gehört noch ein eigenes verschließbares

Kellerabteil. In der Tabelle 5.3 ist die Ausstattung der vernetzten Geräte für die Beispielwohnung dargestellt. Im Wohnzimmer (W.-Zimmer) befindet sich ein Heizkörper mit intelligentem Thermostat, je zwei Glühlampen mit dem Sockel E27 und E14, ein vernetzter Schalter, eine vernetzte Steckdose, ein Türsensor an der Tür zum Balkon, ein Sprachassistent und eine Wetterstation. Im Schlafzimmer (S.-Zimmer) sind zwei vernetzte Heizungen, eine Lampe mit Sockel E27, zwei mit Sockel E14 und ein Schalter und ein Sprachassistent. Im Kinderzimmer (K.-Zimmer) befinden sich eine Heizung, eine Lampe (Sockel E27), und ein Schalter. Die Küche ist mit sieben Glühlampen (3x E27, 4x GU10), einem Schalter, einer Steckdose und einem Sprachassistenten ausgestattet. Das Badezimmer hat ebenfalls einen Heizkörper, zwei Lampen mit Sockel E14 und einen Schalter. Im Flur befindet sich drei Glühlampen mit Sockel GU5.3, zwei Schalter je am Anfang und Ende des Flurs, ein Türsensor an der Wohnungstür und die Zentrale (das Gateway), sowie eine Alarmsirene. Der Keller ist ebenfalls vernetzt und hat einen Sensor an der Tür montiert und es ist eine Kamera aufgestellt.

Raum	Heizung	Lampen	Schalter	Sensoren	Sonstiges
<b>W.-Zimmer</b>	1x	2x E27 2x E14	1x Schalter 1x Steckdose	1x Türsensor	1x Sprachassistent 1x Wetterstation
<b>S.-Zimmer</b>	2x	1x E27 2x E14	1x Schalter	-	1x Sprachassistent
<b>K.-Zimmer</b>	1x	1x E27 1x E14	1x Schalter	-	-
<b>Küche</b>	1x	3x E27 4x GU10	1x Schalter 1x Steckdose	-	1x Sprachassistent
<b>Bad</b>	1x	2x E14	1x Schalter	-	-
<b>Flur</b>	-	3x GU5.3	2x Schalter	1x Türsensor	1x Gateway 1x Alarmsirene
<b>Keller</b>	-	-	-	1x Türsensor	1x Kamera

Tabelle 5.3: Basisausstattung für Beispielwohnung

In der Tabelle 5.4 können die Preise für den jeweiligen Produkttyp entnommen werden. Daran kann erkannt werden, dass vernetzte Geräte 400% (E27) und mehr kosten als ihre analogen Zwillinge. Würde die Beispielwohnung mit den Geräten wie in Tabelle 5.3 geplant ausgestattet, würden hier Gesamtkosten in Höhe von 1.522,55 € anfallen. Wahlweise könnten für bestimmte Räume, in denen keine individuelle Steuerung der Lampen benötigt wird, die Lampen mit normalen nicht vernetzten Lampen betrieben werden und zur Fernsteuerung ein Schaltaktor<sup>200</sup> verbaut werden. Mit dem Schaltaktor können mehrere angeschlossene Lampen über den Lichtschalter gesteuert werden, aber auch über das Smartphone und die Kosten für mehrere Glühlampen kann eingespart werden. Ein Schaltaktor kostet zwischen 40 und 50 Euro. Im Vergleich zu der selben Wohnung mit nicht vernetzten Geräten und dem Weglassen der Alarmsirene, der Kamera und dem Gateway, würde die gesamte Ausstattung ca. 186,09 € kosten. Das bedeutet die Ausstattung der vernetzten Wohnung würde 1.336,46 € mehr kosten, als die der nicht vernetzten Wohnung. Das Beispiel ist nur exemplarisch, jedoch wird an dieser Stelle deutlich, dass Smart Home immer noch sehr preisintensiv ist. Und wenn Geräte aufgrund eines Defektes oder dem Erreichen der Lebensdauer ausgetauscht werden müssen, bleiben die Wiederbeschaffungskosten weiterhin hoch. Daher wird das Argument, dass Smart Home zu teuer ist und aus diesem Grund Kunden Smart Home nicht einsetzen, mit dieser Kalkulation eher

<sup>200</sup> Vgl. Homematic IP Schalt-Mess-Aktor – Unterputz - Homematic IP (<https://www.homematic-ip.com/produkte/detail/homematic-ip-schalt-mess-aktor-unterputz.html>, zuletzt aufgerufen am 21.10.2019).

bestätigt, als wiederlegt. Dennoch bleibt festzuhalten, dass dies eine rein subjektive Meinung eines Nutzers widerspiegeln kann und andere Nutzer Smart Home als nicht zu teuer empfinden.

Produkttyp	Preis in € (Smart Home)	Preis in € (analoger Zwilling)
Lampe E27	19,99	4,99
Lampe E14	19,99	2,49
Lampe GU10	19,99	2,59
Lampe GU5.3	25,99	3,79
Heizungsthermostat	49,99	ca. 10
Schalter	39,99	ca. 4-6
Steckdose	ab 29,99	ca. 3,50
Türsensor	ab 24,99	-
Sprachassistent	ab 29,99	-
Wetterstation	ab 99,99	ab ca. 10
Gateway	99,99	-
Kamera	ab 59,99	-
Alarmsirene	49,99	-

Tabelle 5.4: Preisübersicht für Smart Home Geräte und analoger Zwilling

Weiter sei noch zu erwähnen, dass die zurückliegende Kalkulation auf eine funkbasierte Lösung bezogen ist. Ein kabelbasiertes System ist grundsätzlich teurer als ein funkbasiertes System, weil kabelgebundene Systeme eine Planung und Installation durch Fachleute erfordern. Zusätzlich muss zu jedem Verbraucher bzw. angeschlossenem Gerät eine Leitung gelegt werden. Dadurch steigt der Preis für die kabelgebundene Lösung und kann einen fünfstelligen Betrag<sup>201</sup> erreichen. Auf der anderen Seite, ist wie auch beim Vergleich von einem kabelgebundenen Computernetzwerk mit einem drahtlosen Netzwerk, die Störanfälligkeit wesentlich geringer und die Datenübertragung schneller. Dennoch ist die Installation von kabelgebundenen Lösungen aufwändiger und lohnt sich nur bei einem Neubau oder einer Renovierung. Bei einer Mietwohnung ist die kabelgebundene Lösung ohnehin nicht möglich, da die Veränderungen die Bausubstanz betreffen. Ein weiterer Nachteil der kabelgebundenen Lösung ist die Limitierung in der späteren Erweiterung durch neue Geräte. Dann sind unter Umständen erneut bauliche Maßnahmen notwendig. Idealerweise kann das kabelgebundene System dann durch funkbasierte Lösungen erweitert werden und so ein kombiniertes System betrieben werden. Zusammenfassend sind funkbasierte Lösungen deutlich günstiger und flexibler, aber auch störanfälliger als kabelgebundene Smart Home Lösungen.

<sup>201</sup> Vgl. KNX Kosten für ein EFH. Detaillierte Übersicht aller Kosten! (<https://www.knx-anleitungen.de/knx-grundlagen/was-kostet-ein-smarthome-knx-kosten-813>, zuletzt aufgerufen am 26.10.2019).

# 6

## Zusammenfassung und Ausblick

---

Abschließend erfolgt eine kurze Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse. Smart Home und die Vernetzung der alltäglichen Dinge sind aus der heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Smart Home und das Internet der Dinge gibt Nutzern die Möglichkeit neue Möglichkeiten im Alltag auszuleben und somit den Komfort, die Energieeffizienz und die Sicherheit im eigenen Umfeld zu steigern.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Usability von Smart Home bezogen auf die Ziele Steigerung des Komforts, der Sicherheit und der Energieeffizienz und Automatisierung von Abläufen untersucht. Dafür wurden zum einen die Begrifflichkeiten IoT, Usability, verschiedene Anforderungen an IoT und mögliche Methoden zur Feststellung der Usability auf Smart Home Produkte betrachtet und angewendet. Im Praxisteil der Arbeit wurde ein Usability Test mit einer Testperson durchgeführt. Zusätzlich flossen Erfahrungen aus einem Langzeittest in die Überprüfung der Usability ein. Der Test wurde in drei Phasen unterteilt: Der Installationsphase, der Nutzungsphase, sowie der Möglichkeiten das System zu erweitern. Zur Überprüfung ob die Usability bei Smart Home gegeben ist, wurde die Smart Home Lösung der Deutschen Telekom AG namens „Magenta SmartHome“ untersucht und den Designprinzipien nach Donald Norman und den Usability Kriterien nach Jakob Nielsen gegenübergestellt.

Zur Beantwortung der Fragestellung, ob die Usability bei Smart Home Produkten gegeben ist, können folgende Aussagen getroffen werden. Die Ziele Sicherheit, Energieeffizienz und Komfort können grundsätzlich durch die Nutzung von Smart Home erreicht werden. Jedoch ist die Usability abhängig von mehreren Faktoren, wie z.B. der angebotenen Dienstleistung, den verwendeten Produkten und Technologien und dem Ziel, welches der Nutzer verfolgt.

Hinsichtlich der betrachteten Smart Home Lösung, Magenta SmartHome, wurde die Usability mittels einem Usability Test untersucht. Dieser Test zeigte, dass die Testperson die ihr gestellten Aufgaben mit wenigen Ausnahmen lösen konnte. Generell war die Installation nicht kompliziert. Die vorhandenen Geräte, Szenen und die App ließen sich gut bedienen. Weiterhin ist aufgefallen, dass die reine Nutzung der App zur Steuerung der Lampen in Alltagssituationen zu umständlich ist. Im Falle der Testperson vereinfacht die Steuerung über einen Smart Speaker oder vernetzten Schalter die Nutzung und erhöht den Komfort im Bereich Lichtsteuerung. Zur Optimierung der Energieeffizienz konnte aus dem Test keine Erkenntnis gewonnen werden. Das letzte Ziel, Sicherheit, konnte mittels der Türsensoren in der Wohnung und der Kamera im Keller erreicht werden. Die Testperson fühlte sich in diesem Fall sicherer. Bezüglich der aufgeführten Designprinzipien nach Norman konnten fast alle Punkte erfüllt werden. Lediglich die Sichtbarkeit, Feedback und die Affordanz konnten bezogen auf das Anlegen von Räumen nicht überzeugen. Die Usability Kriterien nach Nielsen wurden erfüllt.

Auch wenn Umfragen ergeben haben, dass Smart Home Lösungen keinen Mehrwert bringen, die Installation und Bedienung zu kompliziert ist und die Kosten zu hoch sind, konnten diese Aussagen jedoch mit dem verwendeten Produkt größtenteils widerlegt werden.

Zusammenfassend bietet Smart Home viele Vorteile, zeigt jedoch auch, dass weitere Entwicklungen in diesem Bereich notwendig sind. Der Langzeitbetrieb der Smart Home Anwendung zeigte, dass das System funktioniert und die Steuerung über die App mit einem höheren Aufwand verbunden ist, da die Bedienung eines Schalters oder Smart Speakers weniger

Zeit in Anspruch nehmen würde. Hinzu kommt, dass während der Nutzung ein schwerwiegender Fehler aufgetreten ist, welcher zeigte, dass die Fehlerbehebung sehr aufwendig und langwierig war. Weiterhin kann eine hohe Automatisierung von Abläufen die Nutzer in ihren täglichen Aufgaben einschränken, wie z.B. wenn jeden Morgen zur gleichen Zeit der Kaffee zubereitet wird oder die Rollläden der Fenster immer zur gleichen Zeit hoch- bzw. runtergefahren werden. Nutzer müssen ganz genau analysieren welche Prozesse automatisiert werden sollen, damit es zu keinen Einschränkungen einzelner Bewohner kommt. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit sind die Kosten für Smart Home relativ hoch und subjektiv zu betrachten. Dies ist aber wiederum abhängig von den Produkten und Dienstleistung, die der Nutzer sich wünscht. Die funkbasierte Lösung kann jedoch als wesentlich günstiger eingestuft werden als die kabelbasierte Lösung, da es wie in der Arbeit beschrieben zu weniger Umbaumaßnahmen und Aufwand bei der Einrichtung kommt. Die funkbasierte Lösung ist flexibler, da nur bestimmte Räume vernetzt werden können und die Erweiterung, der Rückbau oder Umbau schneller und einfacher vorzunehmen sind. Generell gilt, für Mietwohnungen eignen sich vor allem funkbasierte Lösungen, da Umbaumaßnahmen nicht möglich sind.

Abschließend folgt ein kurzer Ausblick und weitere Herausforderungen, die sich im Rahmen der Nutzung von Smart Home ergeben können. Um noch bessere Ergebnisse zur Usability zu erhalten, müsste der Test mit weiteren Personen wiederholt werden. Weiterer Erkenntnisse können aus Nutzerinterviews und Fragebögen gezogen werden und somit die Verbesserung von Smart Home gewährleisten. Zusätzlich sollte in folgenden Arbeiten die User Experience betrachtet werden. Um Smart Home noch weiter zu verbessern, sollte ein geeigneter Standard gefunden werden, der alle Geräte und Lösungen miteinander verbindet. In diesem Fall ist es gegebenenfalls auch möglich Probleme wie Installation, Datenschutz, Datensicherheit und Qualität zu verbessern und das Gesamterlebnis für den Nutzer zu verbessern, da sich die Entwicklung nur auf einen Standard konzentrieren muss. Ein großes Problem, welches zukünftig betrachtet werden muss, ist die Produkthaftung z.B. bei einem Kühlschrank, welcher Lebensmittel nach Bedarf bestellt oder Alexa; welche aufgrund einer TV-Werbung eine Bestellung auslöst. Hierbei stellt sich die Frage, wer in diesem Fall für entstandene Schäden durch Smart Home Produkte haftet, da Nutzer, Hersteller als auch Dritte Einfluss auf die Bedienbarkeit der Systeme nehmen können und eine eindeutige Verantwortung nicht festgestellt werden kann. Gesetzliche Regelungen können hier Abhilfe schaffen. Ein weiteres Problem ist die Produktlebensdauer, welche durch fehlende Updates künstlich verkürzt wird und somit Lücken für Angriffe, Abhörmöglichkeiten und Missbrauch der Systeme schafft. Hierbei sollte es Regelungen geben für welchen Mindestzeitraum der Verbraucher einen Anspruch auf die Funktionsfähigkeit der Geräte hat, um den Gefahren des Missbrauchs entgegen zu können. Zuletzt ist auch der Datenschutz ein großes Thema. Dieser sollte noch mehr in den Fokus geraten, um die Verbraucher zu schützen. Werden zukünftig diese Probleme und Herausforderungen betrachtet und verbessert, kann Smart Home einen noch höheren Nutzen für die Menschheit bringen und den Alltag vereinfachen.

# 7

## Literatur

---

- AG, Deutsche Telekom: Neue Ära im Smart Home: QIVICON Plattform startet (<https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/neue-ara-im-smart-home-qivicon-plattform-startet-345642>, zuletzt aufgerufen am 31.08.2019).
- Apple HomePod (<https://www.apple.com/de/homepod/>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).
- ARPA-DARPA: The History of the Name ([https://web.archive.org/web/20070407064829/http://www.darpa.mil/body/arpa\\_darpa.html](https://web.archive.org/web/20070407064829/http://www.darpa.mil/body/arpa_darpa.html), zuletzt aufgerufen am 26.06.2019).
- Ashton, Kevin: That 'Internet of Things' Things. In the real world, things matter more than ideas. In: RFIID Journal (2009), S. 1.
- Augarten, Stan/Bradbury, Ray: State of the art. A photographic history of the integrated circuit. New Haven 1983.
- Ausstattungsgrad - Personal Computer in deutschen Haushalten bis 2018 | Statistik (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160925/umfrage/ausstattungsgrad-mit-personal-computer-in-deutschen-haushalten/>, zuletzt aufgerufen am 18.06.2019).
- Automatisierung: Wird das noch was mit dem Smart Home? (<https://www.zeit.de/zeit-wissen/2018/02/automatisierung-smart-home-intelligentes-wohnen-praxis>, zuletzt aufgerufen am 07.10.2019).
- BauNetz: Aufbau und Aufgaben der Gebäudeautomation | Elektro | Gebäudeautomation | Baunetz\_Wissen (<https://www.baunetzwissen.de/elektro/fachwissen/gebäudeautomation/aufbau-und-aufgaben-der-gebäudeautomation-153096>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).
- Bluetooth 1.0/1.1/1.2 (IEEE 802.15) (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0803301.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).
- Bluetooth 5 (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2107121.htm>, zuletzt aufgerufen am 25.08.2019).
- Bosch Smart Home Adapter (not Home Connect) · Issue #126 · ioBroker/AdapterRequests (<https://github.com/ioBroker/AdapterRequests/issues/126>, zuletzt aufgerufen am 26.09.2019).
- Braun, Torsten: Geschichte und Entwicklung des Internets. In: Informatik-Spektrum 33 (2010), S. 201–207.
- Brinkschulte, Uwe/Ungerer, Theo: Mikrocontroller und Mikroprozessoren. Berlin, Heidelberg 2010.

- 
- Computer: Hintergrund: E-Mail, Chat, Pinnwand und Co. (<https://www.zeit.de/news-112010/16/iptc-bdt-20101116-279-27300958xml>, zuletzt aufgerufen am 26.06.2019).
- Connectivity, L-com Global: Standards Showdown: 802.11 Standards Side-by-Side (<http://www.l-com.com/blog/?tag=/802.11az>, zuletzt aufgerufen am 25.08.2019).
- Cooper, Alan/Reimann, Robert/Cronin, David/Noessel, Christopher: About Face. The Essentials of Interaction Design. New York, NY 2014.
- Das Smart Home der Telekom entdecken | Telekom (<https://www.telekom.de/festnetz/smart-home>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).
- DECT: ETSI TS 102 939-2 V1.3.1 (2019-01). Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Ultra Low Energy (ULE); Machine to Machine Communications; Part 2: Home Automation Network (phase 2).
- DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0505231.htm>, zuletzt aufgerufen am 03.08.2019).
- Deloitte: Inwieweit verwenden Sie bereits Smart Home-Lösungen oder haben ein Interesse daran? (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/828666/umfrage/smart-home-nutzer-und-interessenten-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).
- Deloitte: Smart Home Consumer Survey 2018. Ausgewählte Ergebnisse für den deutschen Markt ([https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte\\_TMT\\_Smart\\_Home\\_Studie\\_18.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte_TMT_Smart_Home_Studie_18.pdf), zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).
- Deloitte: Prognose zum Umsatz mit dem Internet der Dinge (IoT) in Deutschland von 2010 bis 2020 (in Milliarden Euro). (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/538008/umfrage/prognose-zum-umsatz-mit-dem-internet-der-dinge-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).
- Der Wert von gutem Design. Dieter Rams' Philosophie, verankert bei Vitsoe (<https://www.vitsoe.com/de/ueber-vitsoe/gutes-design>, zuletzt aufgerufen am 12.11.2019).
- Deschamps-Sonsino, Alexandra: Smarter Homes. Berkeley, CA 2018.
- Die Vision des Mark Weiser (<https://iw4u.wordpress.com/2008/03/16/die-vision-des-mark-weiser/>, zuletzt aufgerufen am 20.06.2019).
- Dieter Rams. Produktgestalter (\*1932) (<https://www.vitsoe.com/de/ueber-vitsoe/dieter-rams>, zuletzt aufgerufen am 12.11.2019).
- DIN (<https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/basiswissen>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).
- »DIN EN ISO 16484-2:2004-10, Systeme der Gebäudeautomation (GA)\_- Teil\_2: Hardware (ISO\_16484-2:2004); Deutsche Fassung EN\_ISO\_16484-2:2004«. Berlin.
- Duden | Akteur | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft (<https://www.duden.de/rechtschreibung/Akteur>, zuletzt aufgerufen am 10.11.2019).

- 
- Duschinski, Hannes: Web 2.0. Chancen und Risiken für die Unternehmenskommunikation. Zugl.: Wiesbaden, Fachhochsch., Diplomarbeit, 2007. Hamburg 2007.
- Echo & Alexa-Geräte - Amazon.de (<https://www.amazon.de/b?ie=UTF8&node=14100226031>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).
- EnOcean GmbH | Kolpingring 18a | D-82041 Oberhaching/Realisierung a&i antweiler und ische gbr und FORMER 03 GmbH | Full-Service Agenturnetzwerk für Lösungen im digitalen Raum | neue und klassische Medien | Infanteriestr. 19/Haus 6 | 80797 München | Tel. 089.360 89 19-18: EnOcean - Batterielose Funktechnik (<https://www.enocean.com/de/>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).
- »Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010« 2010.
- Europäische Normen (<https://www.din.de/de/din-und-seine-partner/din-in-europa/europaeische-normen>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).
- Fliege, Norbert/Bossert, Martin/Walke, Bernhard: Mobilfunknetze und ihre Protokolle 2. Wiesbaden 2001.
- Fokusgruppe Connected Home des Nationalen IT-Gipfels: Vor dem Boom –Marktaussichten für Smart Home (<https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/noindex/Publikationen/2014/Studien/Marktaussichten-fuer-Smart-Home/141023-Marktaussichten-SmartHome.pdf>).
- Friedewald, Michael: »Ubiquitous Computing. Ein neues Konzept der Mensch-Computerinteraktion und seine Folgen«. In: Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung, hrsg. von Hans Dieter Hellige. Bielefeld 2008, S. 259–280.
- Gartner: Prognose zur Anzahl der vernetzten Geräte im Internet der Dinge (IoT) weltweit in den Jahren 2016 bis 2020 (in Millionen Einheiten). (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/537093/umfrage/anzahl-der-vernetzten-geraete-im-internet-der-dinge-iot-weltweit/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).
- GbR, vinett-video Mediaservice: Übersicht und Geschichte der Videoformate (<https://www.vinett-video.de/video-magazin/infografik-geschichte-der-videoformate>, zuletzt aufgerufen am 15.10.2019).
- Google Home ([https://store.google.com/de/product/google\\_home](https://store.google.com/de/product/google_home), zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).
- Hartson, Rex/Pyla, Pardha S.: The UX book. Process and guidelines for ensuring a quality user experience. Amsterdam 2012.
- Holzer, Philipp: The term "affordance" in UI design ([http://www.medien.ifl.lmu.de/fileadmin/mimuc/mmi\\_ws0506/essays/uebung2-holzer.html](http://www.medien.ifl.lmu.de/fileadmin/mimuc/mmi_ws0506/essays/uebung2-holzer.html), zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

---

HomeMatic - Funk-Schaltaktor 1-fach für Markenschalter, Unterputzmontage. Installations- und Bedienungsanleitung (<https://www.smarthome.de/product-images/2d3697f8-40d8-4f8e-af1c-fc5ac2fc0282/default/eq-3-schaltaktor-fuer-markenschalter-unterputz.pdf>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).

Homematic IP Schalt-Mess-Aktor – Unterputz - Homematic IP (<https://www.homematic-ip.com/produkte/detail/homematic-ip-schalt-mess-aktor-unterputz.html>, zuletzt aufgerufen am 21.10.2019).

IEEE 802.11a / IEEE 802.11h / IEEE 802.11j (WLAN / 54 MBit / 5 GHz) (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0907041.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

Ihr smartes Zuhause (<https://www.bosch-smarthome.com/de/de>, zuletzt aufgerufen am 23.10.2019).

Institut, Johner: Summative Evaluierung: Auf diese Punkte müssen Sie achten (<https://www.johner-institut.de/blog/iec-62366-usability/summative-evaluierung/>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

International Data Group: Studie Internet of things 2018 ([https://iot.telefonica.de/wp-content/uploads/2018/01/IoT\\_Studie\\_Deutschland\\_2018.pdf](https://iot.telefonica.de/wp-content/uploads/2018/01/IoT_Studie_Deutschland_2018.pdf), zuletzt aufgerufen am 22.09.2019).

International Data Group: Studie Internet of things 2019 ([https://www.q-loud.de/hubfs/Kundendownloads/IDG-Studie\\_IoT\\_2018\\_2019.pdf](https://www.q-loud.de/hubfs/Kundendownloads/IDG-Studie_IoT_2018_2019.pdf), zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

IoT Lösungen, Netze & Plattformen der Telekom (<https://iot.telekom.com/iot-de>, zuletzt aufgerufen am 22.09.2019).

IoT-Funksysteme (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2203181.htm>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

ISO - International Organization for Standardization (<https://www.iso.org/home.html>, zuletzt aufgerufen am 14.07.2019).

ISO 9241 (<http://www.handbuch-usability.de/iso-9241.html>, zuletzt aufgerufen am 31.07.2019).

ITU-T: ITU-T Rec. G.9959 (02/2012) Short range narrow-band digital radiocommunication transceivers - PHY and MAC layer specifications.

Karl Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. 1969, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH., Stuttgart. 250 S. mit 87 Bildern. Preis DM 16,80. In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 1 (1970), S. 165.

Kevin Ashton (<https://www.hanser-literaturverlage.de/autor/kevin-ashton/>, zuletzt aufgerufen am 03.07.2019).

KNX Association KNX Association [Official website] (<https://www.knx.org/knx-en/professionals/index.php>, zuletzt aufgerufen am 15.10.2019).

- 
- KNX Kosten für ein EFH. Detaillierte Übersicht aller Kosten! (<https://www.knx-anleitungen.de/knx-grundlagen/was-kostet-ein-smarthome-knx-kosten-813>, zuletzt aufgerufen am 26.10.2019).
- Kollmann, Tobias: »Grundlagen des Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 und Web 4.0«. In: Handbuch Digitale Wirtschaft, hrsg. von Tobias Kollmann. Wiesbaden 2019, S. 1–23.
- Magenta SmartHome (<https://www.smarthome.de/>, zuletzt aufgerufen am 28.09.2019).
- Magenta SmartHome. iOS App (<https://apps.apple.com/de/app/magenta-smarthome/id698708574>, zuletzt aufgerufen am 12.10.2019).
- Martin-Jung, Helmut: Video: Der VHS-Rekorder stirbt endgültig (<https://www.sueddeutsche.de/digital/digitalisierung-der-vhs-rekorder-stirbt-1.3088670>, zuletzt aufgerufen am 15.10.2019).
- Mattern, Friedemann/Flörkemeier, Christian: Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. In: Informatik-Spektrum 33 (2010), S. 107–121.
- Mayhew, Deborah J.: The usability engineering lifecycle. A practitioner's handbook for user interface design. San Francisco, Calif. 1999.
- McGrath, Michael/Ni Scanail, Cliodhna/Nafus, Dawn: Sensor Technologies. Healthcare, Wellness, and Environmental Applications. Berkeley, CA 2013.
- Naidu, Gollu Appala/Kumar, Jayendra: Wireless Protocols: Wi-Fi SON, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave, and Wi-Fi // Innovations in Electronics and Communication Engineering. Proceedings of the 7th ICIECE 2018. Singapore 2019.
- Nest: Wenn das Smart Home zum Horrorhaus wird - Golem.de (<https://www.golem.de/news/nest-wenn-das-smart-home-zum-horrorhaus-wird-1909-144122.html>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).
- Nielsen, Jakob: Usability engineering. Amsterdam 2010.
- Nielsen, Jakob: Usability 101: Introduction to Usability (<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, zuletzt aufgerufen am 10.07.2019).
- Nirschl, Marco/Steinberg, Laurina: Einstieg in das Influencer Marketing. Grundlagen, Strategien und Erfolgsfaktoren. Wiesbaden 2018.
- Norman, Donald A.: The design of everyday things. New York New York 2013.
- Norris, Pat: Spies in the Sky. Surveillance Satellites in War and Peace. Berlin 2007.
- Online, FOCUS: Internet versus World Wide Web ([https://www.focus.de/digital/internet/internetgeschichte/tid-13637/vor-20-jahren-internet-versus-world-wide-web\\_aid\\_379722.html](https://www.focus.de/digital/internet/internetgeschichte/tid-13637/vor-20-jahren-internet-versus-world-wide-web_aid_379722.html), zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).
- Osram LED-Lampe ([https://www.amazon.de/Osram-Kolbenform-E27-Sockel-Filamentstil-Warmwei%C3%9F/dp/B073QSY85/ref=sr\\_1\\_7?\\_\\_mk\\_de\\_DE=%C3%85M%C3%85C5](https://www.amazon.de/Osram-Kolbenform-E27-Sockel-Filamentstil-Warmwei%C3%9F/dp/B073QSY85/ref=sr_1_7?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85C5)

---

%BD%C3%95%C3%91&keywords=led+lampe+e27+60w&qid=1574003094&smid=A3JW  
KAKR8XB7XF&sr=8-7, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor (<https://www.amazon.de/OSRAM-SMART-HomeKit-Classic-Multicolor/dp/B07H83TJWK>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

OSRAM SMART+ Classic E27 Multicolor (<https://www.smarthome.de/geraete/osram-smart-plus-classic-e27-multicolor-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

Osterhage, Wolfgang W.: Sicherheitskonzepte in der mobilen Kommunikation. Berlin, Heidelberg 2018.

Philips LED-Lampe ([https://www.amazon.de/Philips-Lampe-ersetzt-warmwei%C3%9F-Dreierpack/dp/B01L7A1YS8/ref=sr\\_1\\_6?\\_\\_mk\\_de\\_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=led+lampe+e27+60w&qid=1574003094&sr=8-6](https://www.amazon.de/Philips-Lampe-ersetzt-warmwei%C3%9F-Dreierpack/dp/B01L7A1YS8/ref=sr_1_6?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=led+lampe+e27+60w&qid=1574003094&sr=8-6), zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

ProContext Consulting GmbH/Copyright © 2003 - 2019: Usability und User Experience unterscheiden – ProContext Consulting GmbH (<https://www.procontext.de/aktuelles/2010/03/usability-und-user-experience-unterscheiden.html>, zuletzt aufgerufen am 23.09.2019).

Rechenhilfe für Ingenieure. Konrad Zuses Idee vom ersten Computer der Welt wurde an der Technischen Hochschule geboren. In: parTU - Alumni-Magazin der Technischen Universität Berlin 2 (2000), S. 7.

Richter, Michael/Flückiger, Markus D.: Usability Engineering kompakt. Berlin, Heidelberg 2013.

Sarma, Sanjay/Brock, David L./Ashton, Kevin: The Networked Physical World. Proposals for Engineering the Next Generation of Computing, Commerce & Automatic-Identification. White Paper of the Auto-ID Center at the MIT, Cambridge, MA (2000).

Sarodnick, Florian/Brau, Henning: Methoden der Usability Evaluation 2011.

Serpanos, Dimitrios/Wolf, Marilyn: Internet-of-Things (IoT) Systems. Cham 2018.

Sicheres Gefühl statt gefühlter Sicherheit: 13 Security Starter Kits im Test (<https://www.av-test.org/de/news/sicheres-gefuehl-statt-gefuehlter-sicherheit-13-security-starter-kits-im-test/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).

Smart Home - Deutschland | Statista Marktprognose (<https://de.statista.com/outlook/279/137/smart-home/deutschland>, zuletzt aufgerufen am 25.09.2019).

Smartes Wohnen, das begeistert. - Homematic IP (<https://www.homematic-ip.com/start.html>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

SmartHome LED-Lampe E27 farbig (<https://www.smarthome.de/geraete/smarthome-led-lampe-e27-farbig-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).

- SmartHome Tür-/Fensterkontakt - Batterielebensdauer (<https://www.smarthome.de/geraete/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2019).
- SmartHome Tür-/Fensterkontakt magnetisch (<https://www.smarthome.de/geraete/smarthome-tuer-fensterkontakt-magnetisch-weiss>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).
- Software: Bosch geht ins Internet der Dinge und Dienste (<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/mittelstand/software-hardware-und-software-verschmelzen/5714134-2.html?ticket=ST-36821818-7dwYTGEqOODyDM3Qg3h6-ap2>, zuletzt aufgerufen am 10.09.2019).
- Statista Digital Market Outlook (<https://de.statista.com/infografik/3910/smart-home-prognose-fuer-ausgewaehlte-maerkte/>, zuletzt aufgerufen am 05.10.2019).
- Statistisches Bundesamt: Anteil der privaten Haushalte in Deutschland mit Personal Computern von 2000 bis 2018 (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160925/umfrage/ausstattungsgrad-mit-personal-computer-in-deutschen-haushalten/>, zuletzt aufgerufen am 12.09.2019).
- Technologie, Karlsruher Institut fuer: KIT - PI 2017 ([https://www.kit.edu/kit/pi\\_2017\\_mitbegruender-der-informatik-zum-100-geburtstag-von-karl-steinbuch.php](https://www.kit.edu/kit/pi_2017_mitbegruender-der-informatik-zum-100-geburtstag-von-karl-steinbuch.php), zuletzt aufgerufen am 10.09.2019).
- Telekom/Qivicon: MARKTANALYSE - Wachstumschancen für Unternehmen im Smart Home-Markt ([www.telekom.com/2Fresource%2Fblob%2F316380%2F7628616183ba0cddc9fec3a82f1a7a7%2Fdl-marktanalyse-wachstumschancen-fuer-unternehmen-data.pdf](http://www.telekom.com/2Fresource%2Fblob%2F316380%2F7628616183ba0cddc9fec3a82f1a7a7%2Fdl-marktanalyse-wachstumschancen-fuer-unternehmen-data.pdf), zuletzt aufgerufen am 29.09.2019).
- The New OSRAM - smarte Vernetzung mit Licht | Licht ist OSRAM (<https://www.osram.de/cb/ueber-osram/vernetzung/index.jsp>, zuletzt aufgerufen am 23.10.2019).
- TNS Infratest: Umfrage zur Bekanntheit digitaler Begriffe in Deutschland 2016 (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/518654/umfrage/bekanntheit-digitaler-begriffe-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 29.09.2019).
- Uckelmann, Dieter/Harrison, Mark/Michahelles, Florian: Architecting the Internet of Things. Berlin, Heidelberg 2011.
- Unterschied zwischen Lampe und Leuchte (<https://www.ledon.at/faq/was-ist-der-unterschied-zwischen-lampe-und-leuchte/>, zuletzt aufgerufen am 17.11.2019).
- Verbraucherzentrale Bundesverband: Smart Home | Hintergrundpapier des vzbv | September 2017. Das Zuhause der Zukunft: Wie digital werden wir wohnen? ([https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/2017/09/05/170905\\_hintergrundpapier\\_smart\\_home.pdf](https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/2017/09/05/170905_hintergrundpapier_smart_home.pdf), zuletzt aufgerufen am 29.09.2019).
- Vernetztes Haus: Telekom Plattform „QIVICON“ (ehemals "Smart Connect") ermöglicht Steuerung von Waschmaschinen, Heizung und Photovoltaik-Anlagen » QIVICON (<https://web.archive.org/web/20140509001324/https://www.qivicon.com/meta/presse/aktuelles/vernetztes-haus-telekom-plattform-qivicon-ehemals-smart-connect-ermoeglicht->

---

steuerung-von-waschmaschinen-heizung-und-photovoltaik-anlagen/, zuletzt aufgerufen am 09.10.2019).

Was ist ZigBee und welche Geräte sind ZigBee kompatibel? - Funktionen und Einsatzmöglichkeiten von ZigBee (<https://www.homeandsmart.de/zigbee-funkprotokoll-hausautomation>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

Web 1.0 - die 1. Version des Web (<https://www.internet-fakten.de/internet-geschichte/web-1-0/>, zuletzt aufgerufen am 18.11.2019).

Web 1.0 bis 4.0: Von Websites über Semantik zur künstlichen Intelligenz › BASECAMP (<https://www.basecamp.digital/web-1-0-bis-4-0-von-websites-ueber-semantik-zur-kuenstlichen-intelligenz/>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

Web 3.0 – Das semantische Web (<http://www.gironimo.org/webentwicklung/web-3-0-das-semantische-web.html>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

Web 3.0 Begriffserklärung & Definition (<https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/w/web-3-0/>, zuletzt aufgerufen am 09.09.2019).

Weiser, Mark: The Computer for the 21st Century. In: Scientific american 265 (1991), 94–105.

Weiser biography (<http://web.stanford.edu/dept/SUL/library/extra4/weiser/Bio.html>, zuletzt aufgerufen am 17.06.2019).

Willkommen im Smart Home - QIVICON (<https://www.qivicon.com/de/>, zuletzt aufgerufen am 31.08.2019).

Windeck, Christof/online, heise: Der Mikroprozessor wird 30 (<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Der-Mikroprozessor-wird-30-54145.html>, zuletzt aufgerufen am 10.11.2019).

Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag: Internet der Dinge ([https://www.bundestag.de/resource/blob/192512/cfa9e76cdf46f34a941298efa7e85c9/internet\\_der\\_dinge-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/192512/cfa9e76cdf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf), zuletzt aufgerufen am 06.07.2019).

WLAN-Standards. Alle wichtigen Infos zu IEEE 802.11a/b/g/n/ac (<https://www.wlansignalverstaerken.de/wlan-standards>, zuletzt aufgerufen am 06.10.2019).

Wüst, Klaus: Mikroprozessortechnik. Grundlagen, Architekturen, Schaltungstechnik und Betrieb von Mikroprozessoren und Mikrocontrollern ; mit 44 Tabellen. Wiesbaden 2011.

ZigBee (<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/2212041.htm>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

Zigbee 3.0 (<https://zigbee.org/zigbee-for-developers/zigbee-3-0/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

Zigbee Alliance Accelerates IoT Unification with 20 Zigbee 3.0 Platform Certifications (<http://zigbee.org/zigbee-alliance-accelerates-iot-unification-with-20-zigbee-3-0-platform-certifications/>, zuletzt aufgerufen am 01.09.2019).

Z-Wave Alliance - Our History (<https://z-wavealliance.org/>, zuletzt aufgerufen am 26.08.2019).

Z-Wave Grundlagen – Kapitel 1 – Z-Wave Smart Home (<https://zwave.de/buch-z-wave-grundlagen/buch-z-wave-grundlagen-kapitel-1/>, zuletzt aufgerufen am 27.08.2019).

Z-Wave Smart Home - Was ist Z-Wave (<https://zwave.de/was-ist-zwave/>, zuletzt aufgerufen am 26.08.2019).

# A Anhang

IoT Projekt 2018 nach Kategorien (n=310)	Verbreitung 2018 in %	IoT Projekt 2019 nach Kategorien (n=342)	Verbreitung 2019 in %	Vergleich 2019/2018 in %
Connected Industry / Vernetzte Produktion (Industrie 4.0)	14,8	Connected Industry / Vernetzte Produktion (Industrie 4.0)	27,8	+13
Smart Connected Products	12,3	Logistik	26,9	+22
Predictive Maintenance	9	Qualitätskontrolle	26,3	+18
Qualitätskontrolle	8,1	Smart Connected Products	23,7	+11
Smart Supply Chain	7,1	Connected Building / Gebäudemanagement	22,2	+16
Sales (Verkaufssteuerung)	6,8	Sales (Verkaufssteuerung)	21,9	+15
Connected Building / Gebäudemanagement	6,5	Kundenbindung / Customer Loyalty	21,6	+16
Smart Home	6,5	Smart Home	20,8	+14
Kundenbindung / Customer Loyalty	5,8	Smart Supply Chain	19,9	+13
Neue B2C-Produkte	5,5	Smart Retail	18,7	+14
Logistik	5,2	Predictive Maintenance	17,8	+9
Smart Retail	4,8	Connected Car / Flottenmanagement	17	+13
Smart City	4,8	Smart Grid / Smart Energy	16,7	+12
Smart Agriculture	4,8	Zeitmanagement	16,4	+12
Zeitmanagement	4,8	Smart City	16,1	+11
Smart Grid / Smart Energy	4,5	Neue B2C-Produkte	16,1	+11
Connected Car / Flottenmanagement	4,5	Smart Agriculture	15,2	+10
Connected Health	3,5	Connected Health	15,2	+12

Tabelle A 1: Vergleich der Verbreitung von IoT-Projekten in Unternehmen nach Kategorie in den Jahren 2018 und 2019<sup>202</sup>

<sup>202</sup> Vgl. International Data Group, Studie Internet of things 2018 [wie Anm. 149]; International Data Group, Studie Internet of things 2019 [wie Anm. 149].

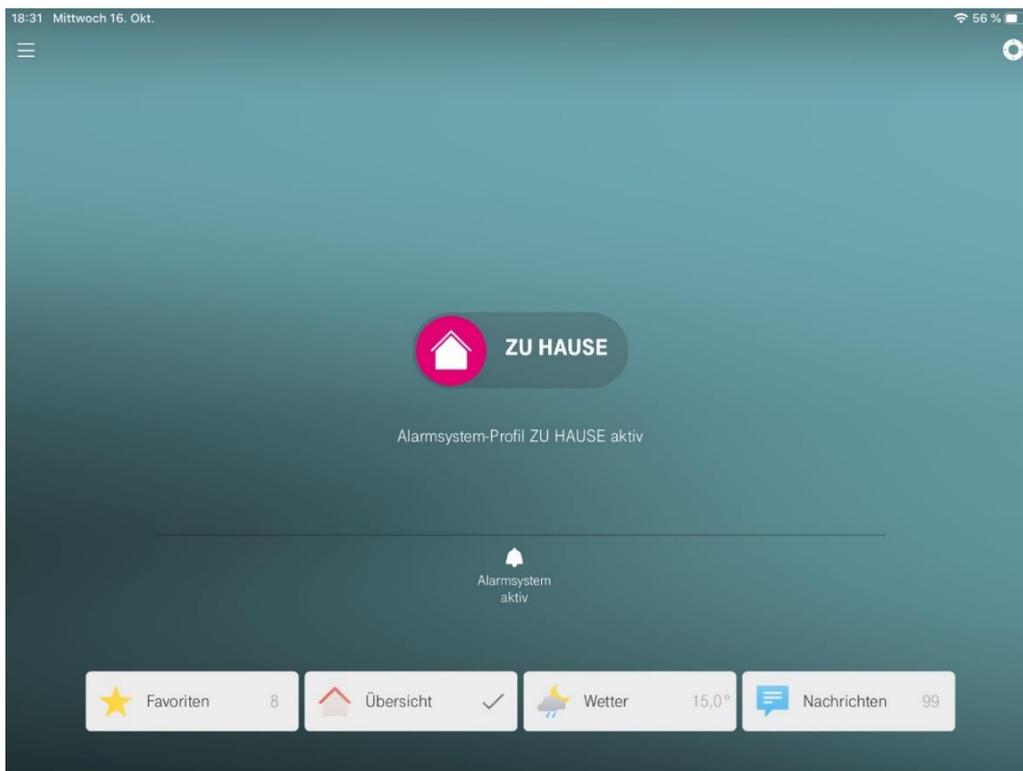


Abbildung A 1: Startbildschirm Magenta SmartHome App

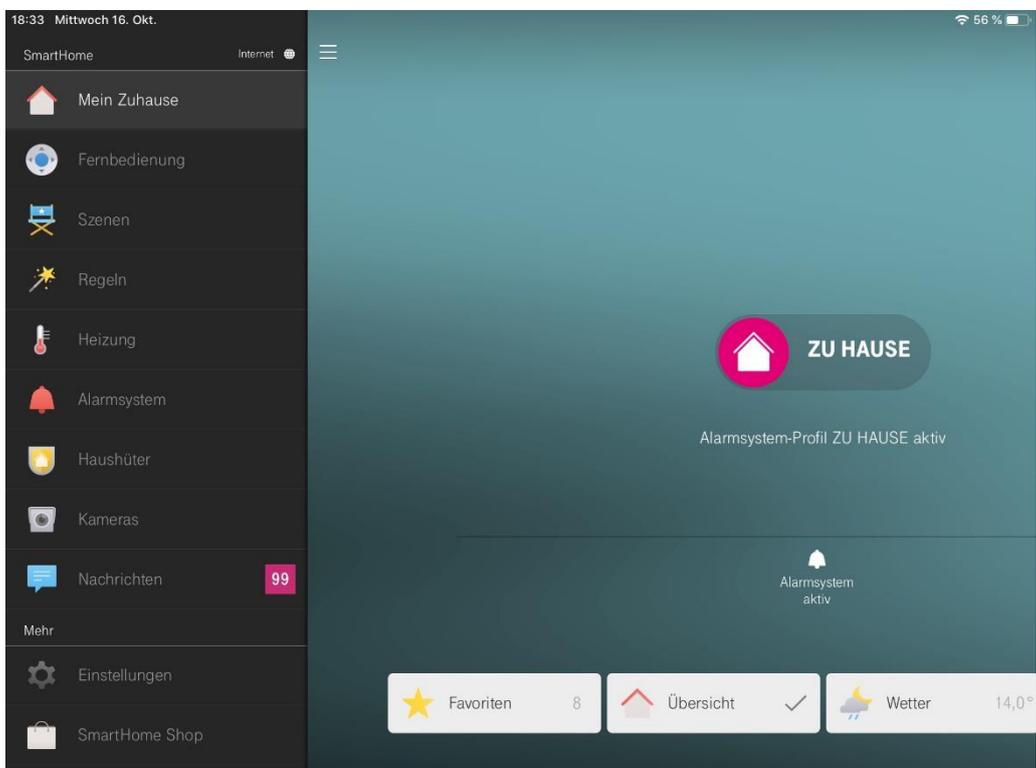


Abbildung A 2: Menü Magenta SmartHome App

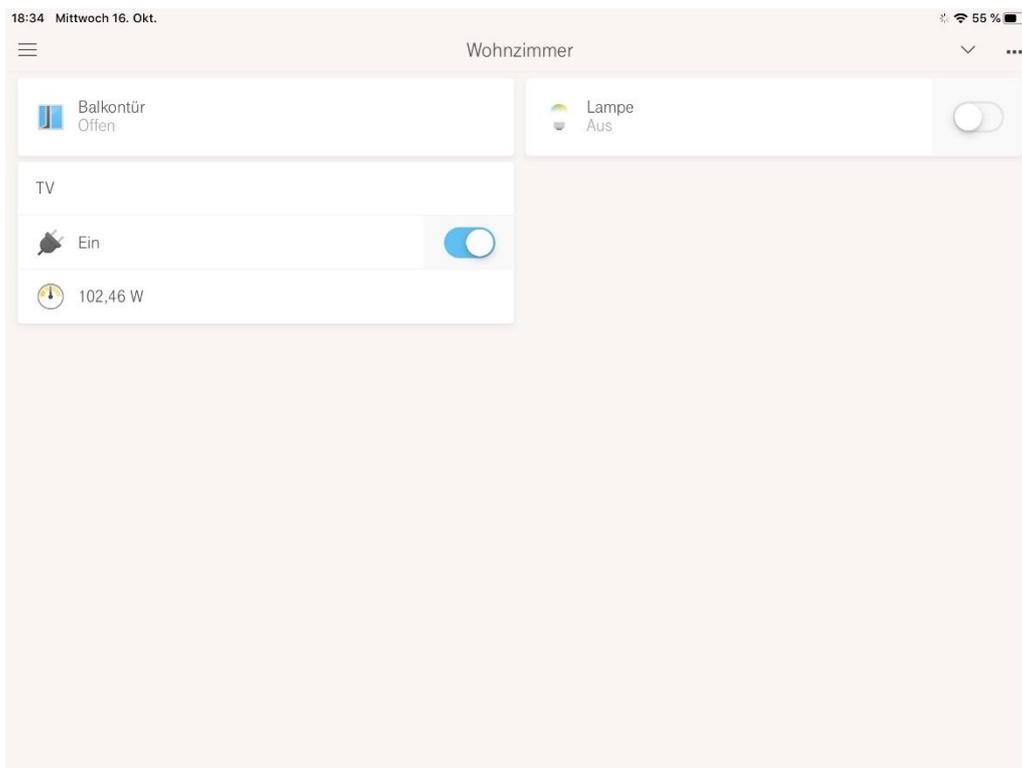


Abbildung A 3: Übersicht der Geräte im Raum Wohnzimmer

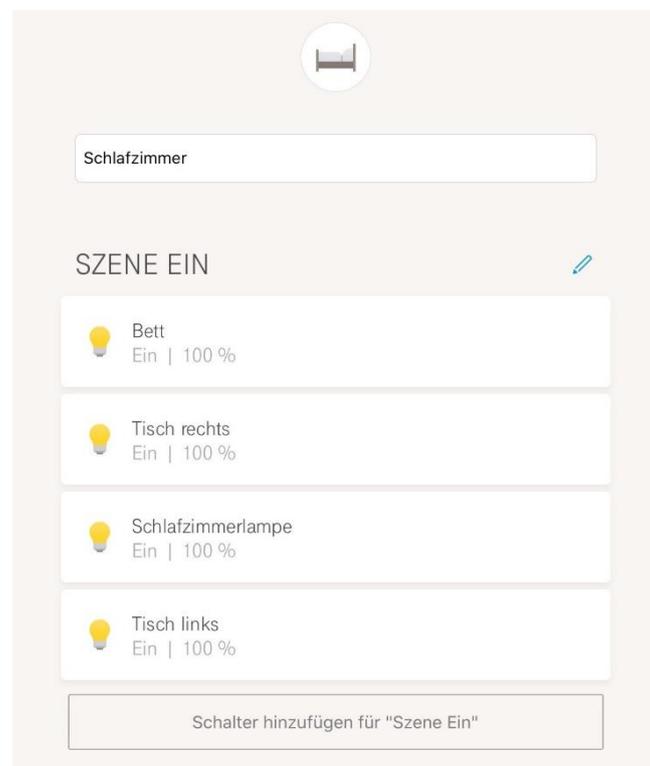


Abbildung A 4: Szene bearbeiten (1)

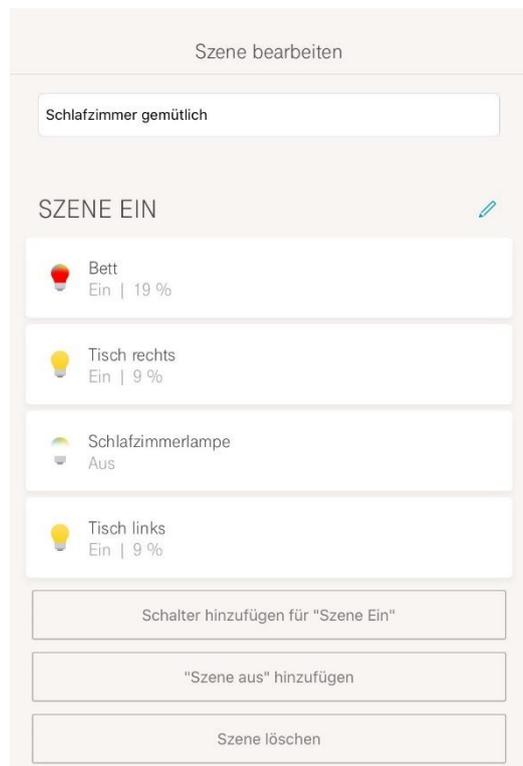


Abbildung A 5: Szene bearbeiten (2)

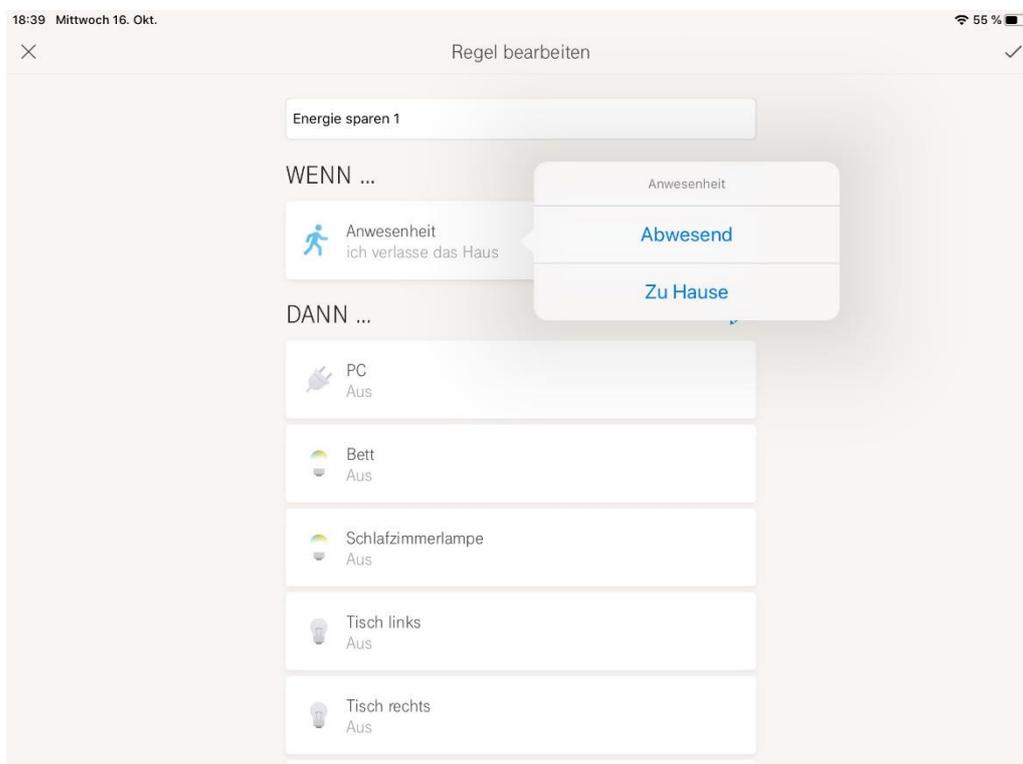
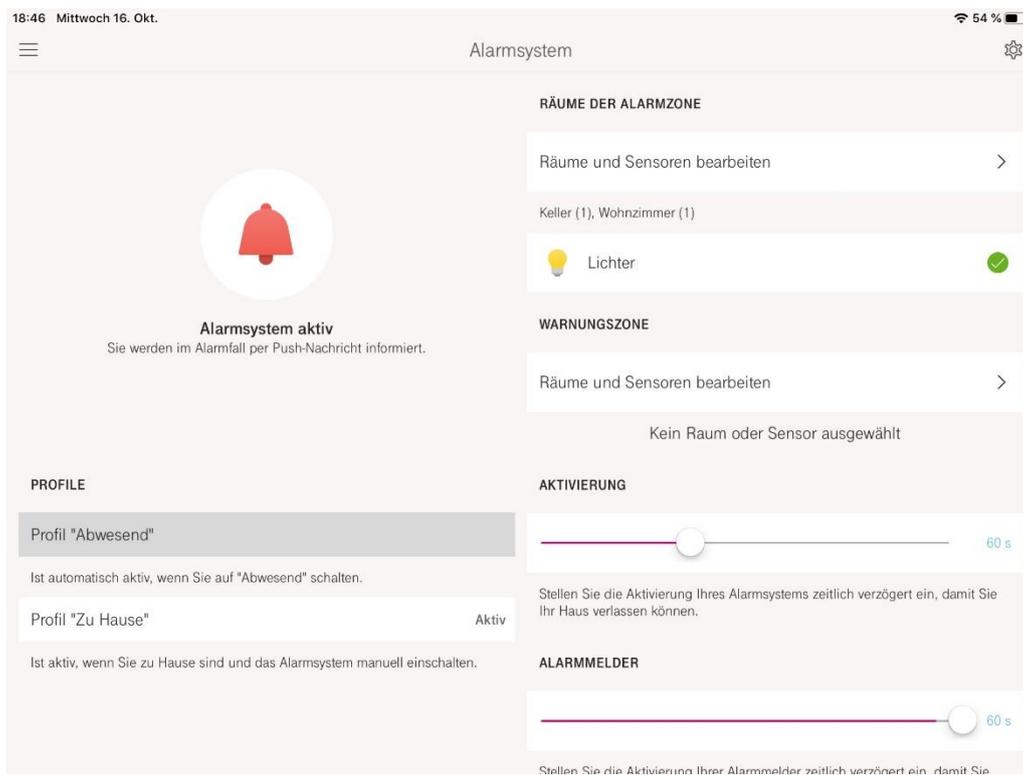


Abbildung A 6: Regeln zur Automatisierung



**Abbildung A 7: Alarmsystem**

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Magdeburg, 19.11.2019

Daniel Bose