

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Problem- und Zielstellung	1
1.2 Gang der Untersuchung	2
2 Begriffsdefinitionen	4
2.1 Definition Gebäudeautomation	4
2.2 Definition Smart Home	5
2.3 Definition Wohngebäude/Wohnraum	5
3 Historische Entwicklung der Technologie zur Gebäudeautomation	7
4 Grundlagen der Gebäudeautomation	9
4.1 Technische Grundlagen	9
4.1.1 Bustopologie	10
4.1.2 Übertragungsmedien	12
4.1.3 Sensoren und Aktoren	13
4.2 Funktionen der Gebäudeautomation in Wohngebäuden	14
4.2.1 Energiemanagementfunktionen	14
4.2.2 Sicherheitsfunktionen	15
4.2.3 Komfortfunktionen	16
4.2.4 Ambient Assisted Living (AAL)	18
5 Konzeption der Datenerhebung	19
5.1 Methode zur Datenerhebung	19
5.2 Erarbeitung des Fragebogens	20
5.2.1 Gestaltung des Fragebogens	21
5.2.2 Gliederung des Fragebogens	23
5.2.3 Formulierung der Fragen	25

5.2.4	Form der Fragen	27
5.2.5	Bearbeitungsdauer	30
5.3	Anwendungsprobleme im Aufbau der Umfrage	31
6	Adressaten der Umfrage (Grundgesamtheit und Stichprobe)	33
7	Auswertung der Online-Umfrage	36
7.1	Auswertung der Antworten von Nutzern	36
7.2	Auswertung der Antworten von Nichtnutzern.....	48
8	Interpretation der Ergebnisse	51
9	Zusammenfassung und Ausblick	63
	Literaturverzeichnis	66
	Verzeichnis verwendeter Normen, Regelwerke und Urteile	70
	Anhang.....	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Automationspyramide	9
Abbildung 2:	Bustopologie	10
Abbildung 3:	Buskabel 4-Adrig	12
Abbildung 4:	NYM-Kabel 5-Adrig	13
Abbildung 5:	Aktoren des Hersteller MDT	14
Abbildung 6:	Taster (Sensor) des Herstellers MDT	14
Abbildung 7:	Smartphonesteuerung	17
Abbildung 8:	Titelseite der Online-Umfrage	23
Abbildung 9:	Freitextfeld bei der Frage nach der Zufriedenheit im Funktionsbereich Energie	32
Abbildung 10:	Angaben der Nutzer zum Geschlecht	37
Abbildung 11:	Angaben der Nutzer zum Bildungsstand	38
Abbildung 12:	Angaben der Nutzer zur Nutzungsdauer	39
Abbildung 13:	Angaben der Nutzer zu eingesetzten Marken/Herstellern	40
Abbildung 14:	Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Energie	41
Abbildung 15:	Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Sicherheit	41
Abbildung 16:	Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Komfort	42
Abbildung 17:	Angaben der Nutzer zum erwarteten Nutzen der Gebäudeautomation	43
Abbildung 18:	Angaben der Nichtnutzer zu Ablehnungsgründen	49
Abbildung 19:	Angaben der Nichtnutzer zur zukünftigen Kaufentscheidung	49
Abbildung 20:	Wohnsituation der Nutzer mit drahtloser Kommunikation	55
Abbildung 21:	Verteilung der Marken/Hersteller im Bezug zur kabelgebundenen und drahtlosen Kommunikation	55
Abbildung 22:	Angaben der Nutzer zum Investitionsaufwand	74
Abbildung 23:	Angaben der Nichtnutzer zum Geschlecht	82
Abbildung 24:	Angaben der Nichtnutzer zur Wohnsituation	82
Abbildung 25:	Angaben der Nichtnutzer zum Bundesland des Wohnsitzes	84
Abbildung 26:	Angaben der Nutzer zum Bundesland des Wohnsitzes	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verbalisierung der Skalenpunkte	29
Tabelle 2:	Angaben der Nutzer zur Anzahl der Personen im Haushalt	39
Tabelle 3:	Angaben der Nutzer zur allgemeinen Zufriedenheit	43
Tabelle 4:	Übersicht aufgetretener Störungen oder Ausfälle in den letzten 12 Monaten.....	44
Tabelle 5:	Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie	45
Tabelle 6:	Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit.....	45
Tabelle 7:	Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort	46
Tabelle 8:	Angaben der Nutzer zur Systemsicherheit	47
Tabelle 9:	Investitionsaufwand der Nutzer mit kabelgebundener Kommunikation.....	53
Tabelle 10:	Investitionsaufwand der Nutzer mit drahtloser Kommunikation.....	54
Tabelle 11:	Allgemeine Zufriedenheit der Nutzer mit einer kabelgebunden Kommunikation.....	56
Tabelle 12:	Allgemeine Zufriedenheit der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation.....	57
Tabelle 13:	Gegenüberstellung der Nutzerzufriedenheit in den Funktionsbereichen Energie, Sicherheit und Komfort mit einer kabelgebundenen bzw. drahtlosen Kommunikation	57
Tabelle 14:	Vergleich des Störungsaufkommens zwischen kabelgebundener und drahtloser Kommunikation.....	58
Tabelle 15:	Zufriedenheit der Nutzer mit der Anpassungsfähigkeit bei einer kabelgebunden Gebäudeautomation	59
Tabelle 16:	Zufriedenheit der Nutzer mit der Anpassungsfähigkeit bei einer drahtlosen Gebäudeautomation	59
Tabelle 17:	Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung bei einer kabelgebundenen Gebäudeautomation.....	60
Tabelle 18:	Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung bei einer drahtlosen Gebäudeautomation.....	60
Tabelle 19:	Einschätzung der Nutzer zur System- und Komponentensicherheit bei einer kabelgebundenen Gebäudeautomation.....	61
Tabelle 20:	Einschätzung der Nutzer zur System- und Komponentensicherheit bei einer drahtlosen Gebäudeautomation.....	61
Tabelle 21:	Zusammenfassende Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Nutzer mit kabelgebundener und mit drahtloser Gebäudeautomation.....	62

Tabelle 22:	Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie	75
Tabelle 23:	Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit.....	75
Tabelle 24:	Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort	76
Tabelle 25:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie	76
Tabelle 26:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit.....	77
Tabelle 27:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort	77
Tabelle 28:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie	77
Tabelle 29:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit.....	78
Tabelle 30:	Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort	78
Tabelle 31:	Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung.....	78
Tabelle 32:	Angaben der Nutzer mit schulischem Abschluss zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung	79
Tabelle 33:	Angaben der Nutzer mit Hochschulabschluss zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung	79
Tabelle 34:	Angaben der Nichtnutzer zur Personenanzahl im Haushalt.....	83

Abkürzungsverzeichnis

AAL	Ambient Assisted Living
BUS	Binary Unit System (System zur Datenübertragung)
CSMA / CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
DDC	Direct Digital Control
EIB	Europäischer Installationsbus
GA	Gebäudeautomation
IP	Internet Protocol
ISM	Industrial, Scientific and Medical
KNX	Konnex
MSR	Mess-, Steuer-, Regeltechnik
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VPN	Virtual Private Network
ZLT-G	Zentrale Leittechnik für Gebäude

1 Einleitung

1939 erschien der Artikel *The Electric Home of the Future* von George H. Bucher, in dem das elektrische Haus der Zukunft beschrieben wurde. Die Möglichkeit, eines in der Zukunft mit seinen Bewohnern interagierenden Hauses wurde bezogen auf den damaligen Stand der Technik eindrucksvoll beschrieben und hat sich in der Tat von der reinen Fiktion zur Realität entwickelt. Prognosen hinsichtlich des technologischen Fortschritts, wie die Lichtsteuerungen mit emotional angepasster Farbwiedergabe oder das Öffnen der Haustür auf Zuruf sind wahr geworden und lassen sich relativ kostengünstig für jedermann umsetzen.¹

Im 21. Jahrhundert verbreitete sich die Gebäudeautomation immer stärker in privaten Haushalten. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Preise für elektronische Geräte im Verlauf der Zeit immer weiter sinken. Außerdem werden nicht mehr hauptsächlich gewerbliche Immobilien mit dieser Technik der Komfortgewinnung, Sicherheitsgewinnung und Energieeinsparung ausgestattet. Aus einem Nischenmarkt entwächst mehr und mehr ein Massenmarkt.²

Demzufolge wird einem immer größer werdenden Nutzerkreis Zugang zu dieser Technologie gewährt. Daraus resultiert ein breites Spektrum an Anforderungen und Kundenwünschen. Privathaushalte sind ebenso, wie ihre Bewohner sehr individuell. Die Kundengruppen erstrecken sich von Teenagern bis zu Rentnern, von Singlehaushalten bis zu Großfamilien sowie von unerfahrenen bis zu technologieaffinen Bewohnern. Für die Hersteller von technischen Anwendungen zur Gebäudeautomation bedeutet dies eine wachsende Vielfalt an Anforderungen, die erfüllt werden müssen, um eine etwaige Umverteilung der Marktanteile zu ihrem Nachteil zu vermeiden.

Für diesen Zweck ist es zunächst wichtig zu erfahren, wie zufrieden bisherige Nutzer mit der bestehenden Technik zur Gebäudeautomation sind, welche Probleme ggf. auftreten und wie sich die demografischen Eigenschaften befragter Privathaushalte verteilen.

1.1 Problem- und Zielstellung

Vor dem Hintergrund der veränderten Herausforderungen für die Hersteller besteht das Ziel dieser Bachelorarbeit darin, die Zufriedenheit von Nutzern aus Privathaushalten mit

¹ Vgl. Bucher (1939), S. 163

² Vgl. ZHH (2018), S. 5

der eigenen Technik zur Gebäudeautomation zu evaluieren sowie etwaige Problembereiche zu identifizieren. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse der Zufriedenheitsabfrage hinsichtlich der folgenden demografischen Daten der jeweiligen Befragten ausgewertet werden:

- Haushaltsgröße/Personenanzahl
- Haushaltssituation (Eigentum/Miete)
- Lage des Wohnraums
- Bildungsstand
- Alter/Geschlecht

In Bezug auf die verwendete Technik zur Gebäudeautomation ist weiterhin die Frage, mit welchem Übertragungsstandard die Gebäudeautomation kommuniziert relevant, denn durch die Wahl des Übertragungsmediums kann die Fehleranfälligkeit und somit auch die Zufriedenheit der Nutzer stark beeinflusst werden.

Anhand des Budgets, welches für die Installation einer Gebäudeautomation aufgewendet werden musste lässt sich zudem ableiten, ob eine professionelle Lösung durch Fachpersonal oder eine Nachrüstung in einem Bestandsobjekt installiert wurde. Deshalb ist die Preisklasse, in die sich das installierte System einordnen lässt von Interesse.

1.2 Gang der Untersuchung

Im Anschluss an die Einleitung dieser Bachelorarbeit erfolgt in Kapitel 2 zunächst die Definition der zentralen Begrifflichkeiten, um ein einheitliches Verständnis zu schaffen.

Im Zusammenhang mit der Beschreibung der Grundlagen folgt im 3. Kapitel die historische Entwicklung der Gebäudeautomation von den Anfängen (1970er) bis hin zum aktuellen Stand.

Für ein einheitliches Grundverständnis der Funktionsweise von Technologien zur Gebäudeautomation werden im darauffolgenden Kapitel 4 die nötigen technischen Grundlagen erläutert. Auf eine tiefergehende Erläuterung soll jedoch verzichtet werden, da dies für die Beantwortung der Fragestellung in dieser Arbeit nicht erforderlich ist. Die Grundlagen lassen sich in die technischen und die funktionalen Grundlagen einer Gebäudeautomation aufteilen. Zudem wird zusätzlich zu den drei funktionalen Bereichen

das Ambient Assisted Living als spezifischer Funktionsbereich erläutert, welcher älteren und hilfsbedürftigen Menschen das Leben in den eigenen vier Wänden ermöglichen soll.

Das 5. Kapitel beinhaltet daraufhin die Festlegung der Methodik, die Konzeption der Datenerhebung und die damit einhergehende Erarbeitung des Fragebogens. In den darauffolgenden Unterkapiteln werden die Punkte: Gestaltung, Gliederung, Formulierung, Frageform und Bearbeitungsdauer genauer erläutert. Vor dem Hintergrund der Auswertbarkeit des Fragebogens sollen außerdem einige Anwendungsprobleme aufgezeigt werden, die zum einen während des Pretests und zum anderen im Zuge der laufenden Umfrage aufgetreten sind.

Daraufhin soll der Inhalt von Kapitel 6 Aufschluss darüber geben, an wen die Umfrage adressiert ist und in welchen Bereichen sie dementsprechend verteilt werden sollte, während das 7. Kapitel die Erläuterung der Ergebnisse der Umfrage beinhalten wird. In dem Zuge soll eine Auswertung der Antworten sowohl von Nutzern einer Gebäudeautomation als auch von Nichtnutzern stattfinden, da eine Aussage darüber getroffen werden könnte, weshalb sie sich gegen eine Gebäudeautomation entschieden haben. Etwaige Zusammenhänge zwischen den einzelnen Datensätzen werden im nachfolgenden Kapitel 8 hergestellt.

Durch die Interpretation der Ergebnisse im Rahmen des 8. Kapitels ist die Eingangsfrage hinsichtlich der Ermittlung der Zufriedenheit mit Gebäudeautomation (Smart Home) bei Privatanutzern abschließend zu klären. Außerdem werden relevante Merkmale herausgearbeitet, die den Umfrageergebnissen zufolge die Zufriedenheit beeinflussen. Daraufhin schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung, einer kritischen Würdigung sowie einem kurzen Ausblick in Kapitel 9.

2 Begriffsdefinitionen

Im alltäglichen Gebrauch werden Begriffen unterschiedliche Bedeutungen und Definitionen zugeordnet. Damit die Grundbegriffe sowohl in dieser Arbeit als auch in der gegenständlichen Umfrage einer einheitlichen Definition unterliegen, werden diese im Folgenden beschrieben. Insbesondere sollen die Begriffe *Gebäudeautomation* und *Smart Home* voneinander abgegrenzt werden.

Im Kern haben beide Bezeichnungen eins gemein, nämlich die Automatisierung des Lebensumfeldes. Ein Unterschied besteht u. a. darin, dass der Begriff *Gebäudeautomation* offiziell in der DIN 276 und in der VDI 3814 beschrieben und definiert ist. Der Begriff *Smart Home* wird eher umgangssprachlich gebraucht, weshalb keine offizielle Definition vorhanden ist. Ein zweiter Unterschied ist der Grad der Automatisierung. Während mit dem Begriff *Gebäudeautomation* vorgegeben wird, welche Maßnahmen eingeschlossen sind, bietet der Begriff *Smart Home* durchaus Interpretationsspielraum hinsichtlich der Frage, ab wann von Automation gesprochen werden kann.

2.1 Definition Gebäudeautomation

Mit der DIN 276 von 1993 wurde die Gebäudeautomation erstmals als offizielles Gewerk im Bauwesen eingeführt. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat die Gebäudeautomation wie folgt in der VDI-Richtlinie 3814 definiert:

„Unter Gebäudeautomation (GA) werden alle Maßnahmen, Einrichtungen, Prozesse, Software und Dienstleistungen zur automatischen Steuerung und Regelung, Überwachung, Optimierung und Bedienung sowie für das Management zum zielsetzungsgerechten Betrieb der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) verstanden. Gebäudeautomation ist damit das zentrale Werkzeug zum energieeffizienten und sicheren Betrieb der Gebäude selbst.“

Ergänzend zu dieser Definition steigert die Gebäudeautomation den Komfortgewinn und erleichtert den Alltag für hilfsbedürftige Personen, damit diese länger in ihrem eigenen Zuhause leben können.³

Zusätzlich beschreibt die DIN EN ISO 16484-1 eine Gebäudeautomation als

„Bezeichnung der Einrichtungen, Software und Dienstleistungen für automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung sowie für Bedienung und Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung.“

³ Vgl. Krödel (2016), S. 6 f.

Die Definitionen der VDI-Richtlinie 3814 und der DIN EN ISO 16484-1 beschreiben den Begriff Gebäudeautomation dahingehend einheitlich, dass die Komponenten der Gebäudeautomation Aktionen auf Basis ihrer Programmierung selbstständig ausführen ohne die Notwendigkeit eines Eingriffs von außen, der die gewünschten Aktionen jeweils auslösen muss. Diese Eigenschaft ist insbesondere im Hinblick auf die im Folgenden beschriebene Umfrage und die damit einhergehende Schaffung eines einheitlichen Begriffsverständnisses von essentieller Bedeutung.

2.2 Definition Smart Home

Die klassische Bezeichnung der Gebäudeautomation wird im alltäglichen Sprachgebrauch häufig durch die Begriffe *Smart Home*, *Smart Living*, *Connected Home*, *Smart House*, etc. ersetzt oder damit gleichgestellt. Dabei ist es irrelevant, welche Bezeichnung verwendet wird, da bei jeder Bezeichnung der Kerngedanke der Vernetzung des Wohnbereichs mit dem Ziel der Komfort-, bzw. Sicherheitssteigerung und einer verbesserten Energieeffizienz durch untereinander verbundene Sensoren und Aktoren im Fokus liegt.⁴

Ein Unterschied dieser genannten Begrifflichkeiten liegt in der Einschätzung, wann ein Wohnbereich als *Smart* bezeichnet wird. Wie in Kapitel 2.1 erläutert, sagt der Begriff Gebäudeautomation aus, dass ein Wohnbereich über mehrere miteinander vernetzte und kommunizierende Sensoren und Aktoren verfügt, die zur Komfort-, Sicherheits- und Energieeffizienzsteigerung miteinander verbunden sind und darüber hinaus die Steuerung ohne einen Eingriff von außen automatisiert übernimmt.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff *Smart Home* hingegen fälschlicherweise mit dem alleinigen Einsatz eines Sprachassistenten oder steuerbaren Heizungsthermostaten verwendet, während dies jedoch tatsächlich nur einen Ausschnitt der Automation darstellt.

2.3 Definition Wohngebäude/Wohnraum

Die Definition eines Wohngebäudes oder Wohnraums wird in den jeweiligen Landesbauordnungen festgelegt.

§ 4 Abs. 2 der NBauO des Landes Niedersachsen beschreibt Wohngebäude als Gebäude, die nur Wohnungen oder deren Nebenzwecken dienende Räume, wie Garagen, enthalten.

⁴ Vgl. BitKom (2008), S. 8

Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass keine Büroräume oder sonstige Räume, die gewerblich genutzt werden zugelassen sind. Gleichwohl ist es aber erlaubt, ein Arbeitszimmer in seiner Wohnung einzurichten und von dort aus Erwerbstätigkeiten nachzugehen.

Die in dieser Bachelorarbeit zu evaluierende Nutzerzufriedenheit soll sich auf den zentralen Gegenstand der Gebäudeautomation von Wohnräumen beziehen, die in diesem Kapitel definiert wurde. Es sollen gerade nicht die Anwender angesprochen werden, die beispielsweise lediglich einen Sprachassistenten für die Lichtsteuerung oder Musikwiedergabe nutzen und darüber hinaus über keine weiteren technischen Applikationen zur Gebäudeautomation verfügen. Im Rahmen der Konzeption der Datenerhebung (siehe Kapitel 5) ist es von zentraler Bedeutung, diese Unterscheidung explizit deutlich zu machen.

3 Historische Entwicklung der Technologie zur Gebäudeautomation

Vor dem Hintergrund des allgemeinen Verständnisses für die Technologien zur Gebäudeautomation soll in diesem Kapitel die historische Entwicklung der technischen Grundlagen bis zum aktuellen Zeitpunkt kurz vorgestellt werden.

Eine konkrete Vorstellung, wie ein *Smart Home* aussehen kann, beschrieb George H. Bucher bereits 1939 in seinem Artikel *The Electric Home of the Future* im Popular Mechanics Magazine, indem er seine Vorstellung eines automatisierten Zuhauses darstellte. Damit war der Präsident der Westinghouse Electric and Manufacturing Company seiner Zeit weit voraus, denn erst seit den 1930er Jahren gab es über die Großstädte hinaus auch in den ländlichen Regionen Deutschlands überhaupt Strom. Daraufhin wurde der Vertrieb von elektronischen Geräten erst in Gang gesetzt.⁵ Das heißt, dass bis dahin Wasch- und Spülmaschinen zwar erfunden, aber für sehr viele Menschen noch gar nicht nutzbar waren.

Auf der Grundlage der weitgehenden Ausstattung der Bevölkerung mit Strom sowie elektronischen Geräten begann dann in den 1970er Jahren die Entwicklung weg von analogen Regelsystemen und hin zu digitalen Leitsystemen mit bitseriellen Kommunikationssystemen. Gegen Ende der 1970er Jahre gab es die ersten volldigitalen Regelungssysteme, die sogenannten DDC-Systeme (DDC = Direct-Digital-Control). Durch den Einsatz von DDC-Systemen für die Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR) wurden die bisher getrennten und nur über Klemmleisten verbundenen Systeme der Zentralen Leittechnik für Gebäude (ZLT-G) und MSR zusammengeführt, wobei einfache proprietäre Kommunikationssysteme eingesetzt wurden. 1990 wurde die ZLT-G dann in der VDI-Richtlinie 3814 durch den Begriff *Gebäudeleittechnik (GLT)* ersetzt.⁶

Für eine bessere Kommunikation dieser Systeme wurden Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre die folgenden unterschiedlichen Standards entwickelt bzw. damit der Grundstein für spätere Standards gelegt:

⁵ Vgl. Dittmann (2013), S. 195

⁶ Vgl. Schweinzer (1997), S. 364

- 1987 begann die Entwicklung von BACnet, um ein system- und herstellerübergreifendes Datenkommunikationsprotokoll für die Gebäudeautomation zu generieren.⁷
- 1988 begann die Firma Echelon mit der Entwicklung von LONWORKS, welches sich inzwischen u. a. zu einem der größten Anbieter im Bereich des Zweckbaus etabliert hat.⁸
- 1989 wurde die Organisation ProfiBus gegründet, welche heute den führenden Standard in der industriellen Vernetzung darstellt.⁹
- 1999 wurde die KNX Association aus den drei folgenden Verbänden gegründet: EIBA (European Installation Bus Association), EHSA (European Home Systems Association) und BCI (BatiBUS Club International), welche im Vorfeld schon an Technologien für die Automation gearbeitet haben. KNX (Konnex) ist ein weltweit anerkannter Standard für die Heim- und Gebäudeautomation.¹⁰

Diese Firmen und Organisationen haben die Entwicklung der Automation vorangetrieben und stetig daran gearbeitet, eine zukunftssichere und übergreifende Plattform auf Basis eines Bussystems für die Gebäudeautomation zu entwickeln. Die aktuelle Produktpalette unterschiedlicher Hersteller zeigt, dass diese Bussysteme inzwischen auch über Funksignale und IP (Internet Protokoll) miteinander kommunizieren können.

Der nächste große Schritt wird die Ablösung der Busverkabelung durch eine reine Ethernet-Verkabelung sein, sobald die nächste Generation der Sensoren und Aktoren das entsprechende IPv6 Protokoll integriert hat. Dadurch wird es möglich sein, mit einem Kabel die Gebäudeautomation anzusteuern, alle anderen internetfähigen Geräte (Computer, Smartphone, etc.) zu verbinden und so Kosten einzusparen.¹¹

Die in diesem Kapitel bereits kurz angerissenen technischen Grundlagen werden nunmehr im folgenden Kapitel 4 genauer erläutert.

⁷ Vgl. BACnet (2020)

⁸ Vgl. Echelon (2009), S. 7, S. 15

⁹ Vgl. ProfiBus (2020)

¹⁰ Vgl. KNX (2020) a

¹¹ Vgl. Lux (2016)

4 Grundlagen der Gebäudeautomation

Im folgenden Kapitel werden die technischen und funktionalen Grundlagen der Gebäudeautomation erläutert, um ein einheitliches Grundverständnis für die Thematik sowie den Inhalt des Fragebogens zu schaffen.

4.1 Technische Grundlagen

In einer anschaulichen Art und Weise lässt sich die Gebäudeautomation in drei Ebenen unterteilen und wie in Abbildung 1 mittels einer Pyramide darstellen. Die übergeordnete Ebene ist immer von der Ebene darunter abhängig.¹²

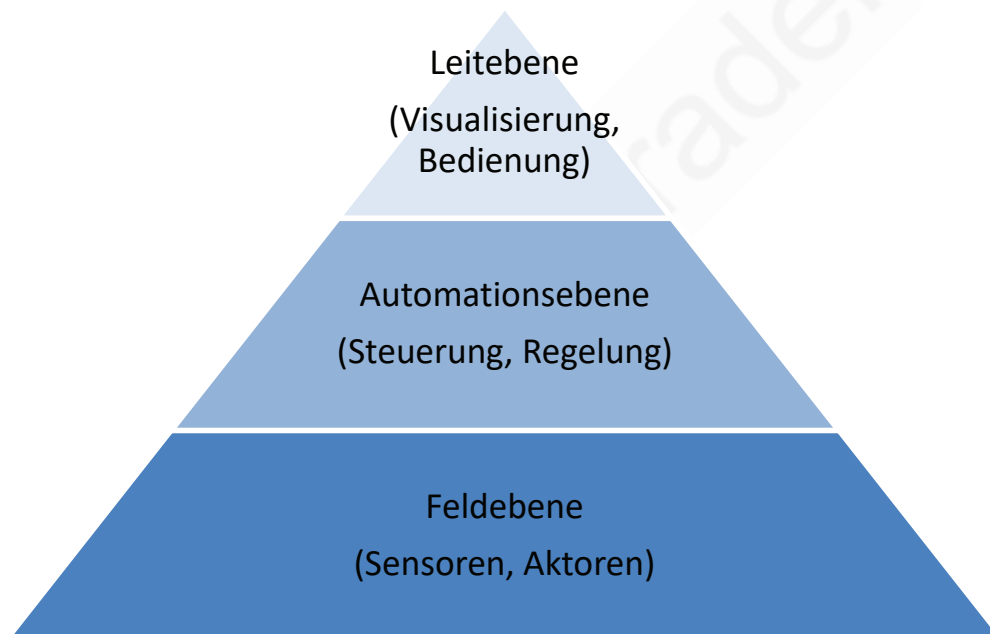


Abbildung 1: Automationspyramide¹³

Die Feldebene bildet mit ihren Sensoren und Aktoren das Fundament der Gebäudeautomation. Durch die überall im Gebäude verteilten Sensoren werden Messgrößen aufgenommen und durch einen Bus mittels Kabel oder Funk an die Aktoren gemeldet. Die Aktoren lauschen permanent auf Informationen aus dem Bus, um Messdaten (Telegramme) abzufangen und anschließend eine Aktion auszulösen. Beispielsweise könnte eine Wetterstation, welche u. a. mit den Sensoren für Temperatur, Windgeschwindigkeit und Helligkeit ausgestattet ist, diese Messdaten auf den Bus senden. Die an den Bus angeschlossenen unterschiedlichen Aktoren

¹² Vgl. Aschendorf (2014), S. 57

¹³ Aschendorf (2014), S. 59

können diese Messdaten lesen und führen eine Aktion aus, um bei einer hohen Außentemperatur beispielsweise die Heizungsventile zu schließen und die Rollos zur Verschattung herunterzufahren. Die Aktoren steuern durch Ihre Impulse (vergleichbar mit einem Relais) die entsprechenden Stellglieder.¹⁴

Unter die Kategorie der Sensoren fallen u. a. Wipp- und Tastschalter, Bewegungsmelder, Rauchmelder, Helligkeitsmesser, Windmesser, Temperaturfühler, Feuchtigkeitsmesser und Regensensoren. Zur Kategorie der Aktoren zählen u. a. Dimmaktoren, Heizungsaktoren, Roll-ladenaktoren oder Schaltaktoren.¹⁵

Durch den Einsatz einer Busverkabelung sind alle Sensoren und Aktoren untereinander verbunden und können somit kommunizieren. Dies bedeutet, dass auch ohne die nachfolgende Automationsebene eine rudimentäre Automation möglich ist.¹⁶

In der besagten Automationsebene werden die Sensordaten zusammengetragen und weiterverarbeitet. Auf dieser Basis können Logiken erstellt und unterschiedlichste Abfolgen in Abhängigkeit der Messdaten ausgeführt werden. Sie stellt das Bindeglied zu der Leitebene dar, in welcher die Messdaten der Sensoren und die Zustände der Aktoren visuell dargestellt werden. Dadurch ist es möglich, die Prozesse der Automation zu überwachen und Änderungen der Zustände durchzuführen.¹⁷

4.1.1 Bustopologie

Bei einer Busverkabelung handelt es sich um eine Netzwerk-Topologie, bei der es nur ein Kabel zur Kommunikation aller Teilnehmer gibt. In Abbildung 2 ist exemplarisch dargestellt, dass alle netzwerkfähigen Geräte an einem Übertragungsmedium angeschlossen sind.¹⁸

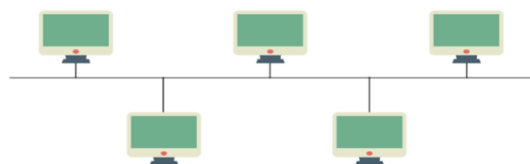


Abbildung 2: Bustopologie¹⁹

¹⁴ Vgl. Aschendorf (2014), S. 66 f.

¹⁵ Vgl. KNX (2020) c, S. 3

¹⁶ Vgl. Aschendorf (2014), S. 67

¹⁷ Vgl. Aschendorf (2014), S. 67 f.

¹⁸ Vgl. Frank (1990), S. 28

¹⁹ Jacob (2020)

Durch diese Verkabelung sind für die Kommunikation der Teilnehmer keine weiteren Netzwerkgeräte, wie Switch, Hub oder Router, die den Netzwerkverkehr steuern notwendig. Die Kommunikation erfolgt durch ständiges Abhören der Busleitung, unter Beachtung des CSMA/CD-Verfahrens.²⁰ Unter CSMA/CD ist folgendes zu verstehen:

„Dabei hört jeder sendende Teilnehmer Bit für Bit den Datenverkehr auf dem Bus mit. Falls zwei Teilnehmer zeitgleich ein Telegramm senden, so wird zwangsläufig (spätestens bei Übertragung der Absenderadresse im Adressfeld) der Fall auftreten, dass ein Sender eine 0 sendet, während der andere eine 1 senden möchte. Derjenige, der eine 1 sendet, hört nun, dass am Bus schon eine 0 übertragen wird, und erkennt die Kollision. Er ist verpflichtet, seine Übertragung abubrechen und der anderen Datenübertragung Vorrang zu gewähren. Nach Beendigung der vorrangigen Datenübertragung, wird die abgebrochene Datenübertragung erneut gestartet. In den Kontrollfeldern der Telegramme können den Telegrammen Prioritäten zugeordnet werden. Der Planer einer Anlage kann somit bestimmen, welche Telegramme im Kollisionsfall „Vorfahrt“ haben. Bei gleicher Priorität entscheidet letztlich die physikalische Adresse den Vorrang (0 hat Vorrang vor 1).“²¹

Diese Telegramme beinhalten die auszuführenden Aktionen/Befehle, die an die Sensoren und Aktoren adressiert sind.²² Durch die genaue Adressierung werden nur die entsprechenden Aktoren und Sensoren angesprochen. Das System ist leicht zu erweitern und kostengünstig, da nicht von jedem Gerät ein separates Kabel zu einem Switch o. ä. verlegt werden muss. Der Ausfall eines Teilnehmers hat keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit der anderen Teilnehmer. Sollte jedoch die Busleitung ausfallen, ist die gesamte Kommunikation unterbrochen.²³

²⁰ Vgl. Frank (1990), S. 28

²¹ KNX (2020) c, S. 7

²² Vgl. KNX (2020) c, S. 6

²³ Vgl. Frank (1990), S. 28

4.1.2 Übertragungsmedien

Als Übertragungsmedium können verschiedene Medien dienen. Zum einen gibt es für die Gebäudeautomation neben einem speziellen grünen 4-Adrigen Buskabel (vgl. Abbildung 3) die Möglichkeit, die vorhandene 230V-Elektroinstallation via Powerline oder auch die Funkübertragung zu nutzen.²⁴

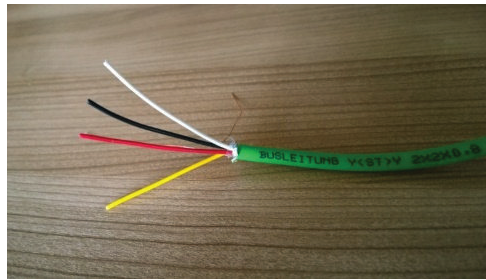


Abbildung 3: Buskabel 4-Adrig²⁵

Bei der Verkabelung mit einem 4-Adrigen Buskabel kommt es auf das verwendete System an, ob alle vier Adern oder nur zwei Adern zur Kommunikation benötigt werden. Wird beispielsweise das KNX System verwendet, sind nur zwei Adern nötig, um den Teilnehmer darüber parallel die Betriebsspannung zu liefern und den Datenaustausch zu ermöglichen. Die übrigen beiden Adern werden in diesem Fall nicht benötigt, könnten jedoch im entsprechenden Anwendungsfall einen Busteilnehmer mit einer separaten Stromzufuhr speisen. Andere Systeme nutzen u. a. alle vier Adern indem zwei Adern rein zur Spannungsversorgung dienen und die anderen beiden Adern der Datenkommunikation.²⁶

Die Powerline-Variante wird hingegen vor allem bei der Sanierung von Altbauten oder bei der Nachrüstung eingesetzt. Kommt diese zum Einsatz wird die vorhandene Elektroinstallation auf Basis der NYM-Leitungen (siehe Abbildung 4) genutzt. Bei den Systemen der Hersteller DALI und SMI eines 5-Adrigen NYM-Kabels können die beiden Litzen neben den Phasen, Nullleiter und Erdung zur Lichtsteuerung benutzt werden. Dies ist dann aber nicht mehr als Powerline zu bezeichnen, da diese Systeme ohne einen Powerline-Adapter/Koppler direkt auf dem Leiter kommunizieren.²⁷

²⁴ Vgl. Aschendorf (2014), S. 45

²⁵ KNX-Blogger (2018)

²⁶ Vgl. Aschendorf (2014), S. 51

²⁷ Vgl. Aschendorf (2014), S. 51



Abbildung 4: NYM-Kabel 5-Adrig²⁸

In den Bereichen in denen eine kabelgebundene Lösung nicht umzusetzen oder wirtschaftlich nicht tragbar ist, besteht die Möglichkeit, auf eine funkgestützte Kommunikation auszuweichen. Dies bietet sich insbesondere in Mietwohnungen an, um bei einem Umzug das Mietobjekt in den Urzustand zurück versetzen und die Geräte an ihrem neuen Einsatzort in Betrieb nehmen zu können. Die einzelnen Geräte werden dabei u. a. über Batterien, Akkus oder kleine Solarpanels mit Strom versorgt. Sie funken auf dem ISM-Band (Industrial, Scientific and Medical), welches die Frequenzen 433 MHz und 868 MHz zur Verfügung stellt.²⁹

Auf Grund ihrer Störungsunanfälligkeit sollte die kabelgebundene Variante einer Funkübertragung immer vorgezogen werden.³⁰

4.1.3 Sensoren und Aktoren

Aus der VDI-Richtlinie 3814 lässt sich für den Betrieb einer Gebäudeautomation ableiten, dass die Sensoren und Aktoren von essentieller Bedeutung sind. Ohne den Input eines Sensors sind - abgesehen von zeitgesteuerten Aktionen - keine Automatismen möglich und um diese Aktionen überhaupt auslösen zu können, bedarf es der Aktoren. Die aufgenommenen Werte der Sensoren werden als Datenpakete mit einer Ziel-ID auf den Bus gesendet und von den entsprechenden Aktoren, die diese ID verwenden ausgewertet. Dadurch können die Aktoren die angeschlossenen Elemente/Motoren zielgerichtet ansteuern.³¹ Eine Liste verschiedener Sensoren und Aktoren ist in Kapitel 4.1 nachzulesen. Zur Veranschaulichung dienen Abbildung 5 und Abbildung 6, die verschiedene Aktoren des Herstellers MDT und einen Taster (Sensor) für eine KNX Gebäudeautomation zeigen.

²⁸ Kabelscheune (2020), o. S.

²⁹ Vgl. Aschendorf (2014), S. 52 f.

³⁰ Vgl. Aschendorf (2014), S. 51

³¹ Vgl. KNX (2020) c, S. 6 f.

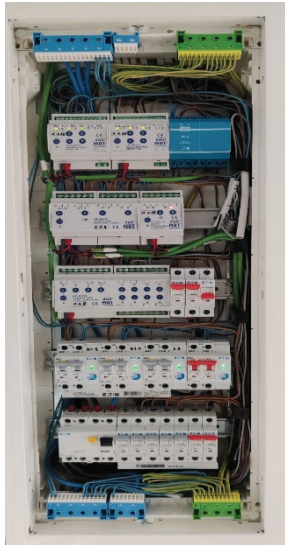


Abbildung 5: Aktoren des Herstellers MDT



Abbildung 6: Taster (Sensor) des Herstellers MDT

4.2 Funktionen der Gebäudeautomation in Wohngebäuden

Eine Gebäudeautomation in Wohngebäuden lässt sich in die Bereiche Energiemanagement, Sicherheitsfunktionen und Komfortfunktionen einteilen. Zusätzlich gibt es die Bereiche der Multimediafunktionen und Dokumentenmanagementfunktionen.³² Die letzteren beiden Funktionsbereiche basieren jedoch genau genommen nicht auf der Technologie, welche speziell für die Automation entwickelt wurde, sondern auf Hard- und Software, welche über Schnittstellen in das System der Gebäudeautomation eingebunden werden können und somit eine Erweiterung der Komfortfunktionen darstellen.³³ Deshalb werden nachfolgend ausschließlich die drei grundlegenden Funktionsbereiche erläutert und in den Fragebogen integriert.

4.2.1 Energiemanagementfunktionen

Energieeffizienz spielt insbesondere mit Blick auf den Klimawandel eine große Rolle und kann im Bereich der Wohngebäude durch den Einsatz einer Gebäudeautomation in mehreren Bereichen Ressourcen einsparen. In einer Studie der Technischen Hochschule Köln wurde beispielsweise herausgefunden, dass durch die intelligente Steuerung von Heizungsanlagen eine Einsparung des Gasverbrauchs von bis zu 30 % möglich ist.³⁴

³² Vgl. Aschendorf (2014), S. 25

³³ Vgl. Aschendorf (2014), S. 29 - 31

³⁴ Vgl. Schneiders/Rehm/Hilger (2018), S. 8

Insgesamt sollen Energiemanagementfunktionen dabei unterstützen, den Primärenergieaufwand zu reduzieren, was zum einen monetäre Anreize bietet und zum anderen einen positiven Effekt auf die Umwelt hat.

Das Zusammenspiel zwischen Heizung, Solaranlage (Photovoltaik/Solarthermie), Pufferspeicher (Strom/Warmwasser) und intelligenten Verbrauchern kann durch ein Energiemanagementsystem derart abgestimmt werden, dass in Abhängigkeit der äußeren Einflüsse und der geforderten Leistung des Hauses, die vorhandene Energie optimal genutzt werden kann.³⁵

Für moderne PKW mit Elektroantrieb ist es außerdem möglich, deren Akkus in das Energiemanagement miteinzubinden und durch eine bidirektionale Kopplung den Strom zwischen Gebäude und PKW in beide Richtungen fließen zu lassen, damit bei einer zu geringen Stromaufnahme des Gebäudes der PKW mit Solarstrom geladen werden kann und gleichermaßen bei zu wenig Sonneneinstrahlung der Akku des PKW bis zu einem gewissen Ladestand das Gebäude in der Nacht versorgen kann.³⁶

Damit wurden Funktionen veranschaulicht, die durch das System geregelt und gesteuert werden können. Hinzu kommen weitere Funktionen bzw. Zustände mit deren Hilfe die Bewohner dazu aufgefordert werden, ihr Nutzungsverhalten anzupassen. Das Energiemanagementsystem kann alle Verbräuche messen und grafisch darstellen sowie eine Kostenrechnung aufstellen, anhand derer die Bewohner handeln können. So können dann beispielsweise die Temperaturen in den einzelnen Räumen und die Vorlauftemperaturen der Warmwasseraufbereitung gesenkt oder über einen grafischen Verlauf des Tagesstromverbrauchs ineffiziente Elektrogeräte identifiziert werden.³⁷

4.2.2 Sicherheitsfunktionen

Die Sicherheitsfunktionen, die sich mit einer modernen Gebäudeautomation umsetzen lassen, sind sehr vielfältig geworden und i. d. R. eines der primären Verkaufsargumente der Hersteller.³⁸ Dazu gehört beispielsweise auch das Verhindern von Einbrüchen. Aus der polizeilichen Kriminalstatistik des Bundeskriminalamts geht hervor, dass es im Jahr 2019 zu insgesamt 120.246 Wohnungseinbrüchen und zu 52.715 versuchten Wohnungseinbrüchen gekommen ist.³⁹

³⁵ Vgl. Allerding (2013), S. 17 f.

³⁶ Vgl. Müller-Schloer/Karl/Yehia (2010), S. 151

³⁷ Vgl. Aschendorf (2014), S. 983 ff.

³⁸ Vgl. Schirmmacher/Hausmann/Arns (2015), S. 16

³⁹ Bundeskriminalamt (2019), S. 20

Als Reaktion auf die Einbruchgefahr besteht mit einer Gebäudeautomation die Möglichkeit, eine Anwesenheit zu simulieren, obwohl die Bewohner nicht zu Hause sind. Die Rollläden können zu unterschiedlichen Zeiten geschlossen und geöffnet werden und Beleuchtung in bestimmten Abständen ein- und ausgeschaltet werden. In Kombination mit Überwachungskameras kann dies abschreckend auf potenzielle Einbrecher wirken und mit einer Einbruchmeldeanlage zu einem erhöhten Sicherheitsgefühl beitragen. Zusätzlich können Glasbruchsensoren, Schallsensoren, Bewegungsmelder, Fenster- und Türkontakte die nötigen Daten liefern.

Überwachungskameras sind zudem über das Internet abrufbar und ermöglichen damit einen Blick in den Wohnbereich, um z. B. die Haustiere zu überwachen. Für Haustiere gibt es beispielsweise auch zugangsgesteuerte Hunde- und Katzenklappen, die sich nur bei Annäherung des eigenen Haustieres öffnen und fremden Tieren den Zugang verwehren.

Hinzu kommen die Gefahren von Feuer und Wasser, die den Wohnraum erheblich beschädigen oder gänzlich zerstören können. Die Problematik eines eingeschalteten Herds oder Bügeleisens kann durch eine sogenannte *Haus-verlassen Steuerung* ebenfalls eliminiert werden, indem festgelegte Stromkreise vom Stromnetz getrennt werden, sobald die Haustür von außen verschlossen oder ein Schalter betätigt wird.

Weiterhin gibt es vernetzte Rauch- und Wassermelder, die einen Alarm auslösen, der zusätzlich über das Internet oder SMS auf das eigene Handy gesendet werden kann. Somit ist es im Ernstfall möglich, schnell auf diese Situation zu reagieren und etwaige Überwachungskameras ermöglichen eine Verifizierung des Vorfalls.

Für die Zutrittskontrolle besteht die Möglichkeit, an dem Türschloss der Haustür verschiedene Profile zu hinterlegen aufgrund derer es beispielsweise der Haushalthilfe oder dem Handwerker gestattet ist in einem vorbestimmten Zeitfenster die Haustür zu öffnen.⁴⁰

4.2.3 Komfortfunktionen

Unter den Komfortfunktionen finden sich viele Funktionen aus den beiden vorhergehenden Unterkapiteln wieder, welche den Hausbewohnern eine Erleichterung im Alltag bieten, aber eher in den anderen beiden Funktionsbereichen zu verorten sind. Ein großer Komfortgewinn ist z. B. die Einzelraumregelung zur Temperierung der Wohnräume. Durch eine dezentrale Tablet- oder Smartphonesteuerung (siehe Abbildung 7) lassen sich für jeden Raum unterschiedliche Temperaturen einstellen und in der Kombination mit einer *Haus-verlassen Steuerung* und

⁴⁰ Vgl. Schirmacher/Hausmann/Arns (2015), S. 16 f.

Haus-betreteten Steuerung automatisch die gesetzten Temperaturen einstellen. Dies lässt sich zusätzlich durch Zeitfenster individualisieren, um stets in ein warmes Haus zu kommen. Des Weiteren ist es möglich, diese automatischen Abläufe von außen mit seinem Smartphone zu überschreiben, falls ein spontanes auswärtiges Verbleiben bevorsteht.⁴¹



Abbildung 7: Smartphonesteuerung⁴²

Weitere Komfortfunktionen sind z. B.

„zeitgesteuertes Einschalten von Verbrauchern, wie z. B. Weckfunktionen, Präsenz- oder Bewegungsmeldung, helligkeitsabhängiges Schalten des Außenlichts, zeitgesteuerte Aquarienlichtsteuerung, automatisches Treppenhauslicht und automatische Abschaltung von Verbrauchern. In Verbindung mit dem Gewerk Sicherheit können zeitgeschaltet Türschlosser verriegelt und Jalousien, Rollläden, Markisen und Fenster gefahren werden.“⁴³

Ein weiteres Beispiel stellen Feuchtigkeitssensoren im Garten bzw. im Blumenbeet dar, wodurch sich der Vorgang des Bewässerns ebenfalls automatisieren lässt. Per Knopfdruck lassen sich Szenen abrufen, die ganz individuell programmiert werden können und somit unterschiedliche Abläufe automatisieren.⁴⁴

⁴¹ Vgl. Aschendorf (2014), S. 1027 f.

⁴² Digitalzimmer (2019)

⁴³ Aschendorf (2014), S. 1027

⁴⁴ Vgl. Aschendorf (2014), S. 1027

4.2.4 Ambient Assisted Living (AAL)

Ambient Assisted Living bedeutet übersetzt so viel wie umgebungsunterstütztes Leben. Durch den Einsatz einer Gebäudeautomation und der damit einhergehenden intelligenten Steuerungen, die auf eine Vielzahl von Sensoren zurückgreift, soll damit das alltägliche Leben älterer und hilfsbedürftiger Personen in den eigenen vier Wänden unterstützt werden.⁴⁵ Dies stellt vor dem Hintergrund des demografischen Wandels einen wichtigen Bereich der Gebäudeautomation dar. Ein Auszug vom Statistischen Bundesamt verdeutlicht dies:

„Durch den aktuellen Altersaufbau sind ein Anstieg der Seniorenzahl und ein Rückgang der Bevölkerung im Erwerbsalter vorgezeichnet. Die Zahl der Menschen im Alter ab 67 Jahren stieg bereits zwischen 1990 und 2018 um 54 % von 10,4 Millionen auf 15,9 Millionen. Sie wird bis 2039 um weitere 5 bis 6 Millionen auf mindestens 21 Millionen wachsen.“⁴⁶

Demnach werden die Zahlen der auf Hilfe angewiesenen Personen in den kommenden Jahren weiter steigen, was das ohnehin schon an ihren Grenzen arbeitende Pflegepersonal immer stärker fordert. Genau an dieser Stelle kann das AAL eingreifen und dem Pflegepersonal Arbeit abnehmen sowie den Hilfsbedürftigen das Leben komfortabler und angenehmer gestalten.

Bereits erwähnte Funktionen, wie das automatisch gesteuerte Licht sowie Rollläden bieten sowohl Erleichterung als auch Sicherheit. Eine Zutrittskontrolle mittels eines elektrischen Türschlosses ermöglicht es z. B. dem Pflegepersonal in bestimmten Zeitfenstern den Wohnbereich zu betreten. Diese Türschlösser lassen sich wiederum mit Rauchmeldern, Bewegungsmeldern, Rollladensteuerung und einem Notrufsystem koppeln, um in einer Gefahrensituation die Beleuchtung auf den Fluchtwegen zu aktivieren, Rollläden für die Flucht zu öffnen oder die Haustür für Rettungskräfte zu entriegeln. Bewegungsmelder können durch ihr detektieren von Bewegungen feststellen, ob eine Person sich schon länger nicht mehr bewegt hat, obwohl dies zu einer gewissen Uhrzeit üblich wäre und dann einen Notruf an Angehörige auslösen.⁴⁷

Dies ist nur eine begrenzte Auswahl von Anwendungsbeispielen, die noch erweiterbar sind. Ein Problem, welches im Zusammenspiel mit allen Funktionen auftritt, ist die Interoperabilität der unterschiedlichen Geräte, da diese nicht für die Integration in ein Gebäudeautomationssystem entwickelt wurden. Diese Hürde gilt es noch zu beseitigen, um nicht auf viele unterschiedliche proprietäre Systeme der Hersteller angewiesen zu sein und den Einsatz von AAL vollumfänglich zu ermöglichen.⁴⁸

⁴⁵ Vgl. Schirmmayer/Hausmann/Arns (2015), S. 64

⁴⁶ Statistisches Bundesamt

⁴⁷ Vgl. Klebsch et al., S. 15 f.

⁴⁸ Vgl. Loeschke/Pourat/Marx (2011), S. 34

5 Konzeption der Datenerhebung

Aufbauend auf den technischen Grundlagen wird in diesem Kapitel die Konzeption der Datenerhebung erläutert, mit deren Hilfe die der Arbeit zugrunde liegende Fragestellung nach der Zufriedenheit von Privatanutzern mit Gebäudeautomation (Smart Home) beantwortet werden soll. Um belastbare Ergebnisse zu erhalten, ist die Berücksichtigung vieler Faktoren bzgl. des Aufbaus und der Gestaltung der empirischen Datenerhebung von Bedeutung. In den nun folgenden Unterkapiteln wird jeweils zunächst die allgemeine Herangehensweise an die Erstellung einer Umfrage erläutert, die aus der Literatur abgeleitet werden kann. Anschließend erfolgt die Anwendung der Erkenntnisse auf die konkrete Umfrage als Gegenstand dieser Arbeit.

Zur besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei beide Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

5.1 Methode zur Datenerhebung

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten eine Datenerhebung durchzuführen. Da das Ziel dieser Arbeit darin besteht, zu ermitteln wie zufrieden die Anwender mit ihrer Gebäudeautomation sind und wovon diese Zufriedenheit primär abhängig ist, kommt in erster Linie eine deskriptive Untersuchung in Betracht. Deren Gegenstand ist die Beschreibung einer interessierenden Grundgesamtheit hinsichtlich für das Untersuchungsproblem relevanter Merkmale. Es sollen weder Kausalzusammenhänge in Bezug auf spezifische Ursachen noch Merkmale bzw. Variablen überhaupt erst entdeckt werden. Demnach sind explorative sowie Kausal-Untersuchungen auszuschließen.⁴⁹

Zur Erhebung der erforderlichen Daten innerhalb der deskriptiven Untersuchung und für die Beantwortung der formulierten Forschungsfrage eignet sich die Querschnittsuntersuchung. Dabei werden auf einen Zeitpunkt bezogene quantifizierende Aussagen über eine bestimmte Grundgesamtheit getroffen, um die Merkmale dieser Grundgesamtheit zu beschreiben.⁵⁰

Auf Basis dessen kann die Sammlung der Daten über Beobachtungen, Befragungen, Fallstudien oder auch über Dokumentenanalysen durchgeführt werden. Vor dem Hintergrund der Art der Forschungsfrage sowie des begrenzten Zeitraums für die Durchführung kommen die Methoden

⁴⁹ Vgl. Kuß/Eisend (2010), S. 15

⁵⁰ Vgl. Kuß/Eisend (2010), S. 16

der Beobachtung, der Fallstudie sowie der Dokumentenanalyse hier eher nicht in Frage. Demnach können die Erkenntnisse nur über Befragungen gewonnen werden.

Befragungen sind in Form von Fragebögen zum Selbstausfüllen oder persönlich mittels Einzel-, Gruppen- sowie Experteninterviews möglich. Aufgrund der zahlreichen Vorteile der etablierten Methode eines durch den Befragten selbstauszufüllenden Fragebogens fällt die Entscheidung hier auf diese Methode. Fragebögen haben sich als Form der Datenerhebung bewährt und sind effektiv. Ein wichtiger Vorteil ist es außerdem, dass viele Befragungen in kurzer Zeit möglich sind und sich die Daten hinterher gut zusammenfassen lassen.⁵¹

Durch die Durchführung einer Online-Umfrage im Gegensatz zur Umfrage per E-Mail oder Brief kann der Stichprobenumfang weiterhin deutlich erhöht werden. Um möglichst viele tatsächliche Nutzer einer Gebäudeautomation zu erreichen, wird deshalb eine Befragung in Form einer Online-Umfrage durchgeführt. Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Ergebnisse unmittelbar zur Verfügung stehen ohne lange auf Brief- oder E-Mail-Rücksendungen warten zu müssen.⁵² Zudem ist ein gewisses Maß an Kontrolle über die Teilnehmer vorhanden, in dem Sinne, dass bestimmte Antworten oder Aktionen erlaubt oder nicht erlaubt sind.⁵³

Auf die Grundgesamtheit sowie die für diese Arbeit relevante Stichprobe wird in Kapitel 6 detaillierter eingegangen.

5.2 Erarbeitung des Fragebogens

Die Konzeption des Fragebogens wird in die folgenden Bereiche untergliedert, die nach PORST bei der Erarbeitung eines Fragebogens zu beachten sind und u. a. mit Hilfe von Pretests vorab analysiert bzw. festgelegt werden müssen:⁵⁴

- Gestaltung des Fragebogens
- Gliederung des Fragebogens
- Formulierung der Fragen
- Form der Fragen
- Bearbeitungsdauer

⁵¹ Vgl. Wirkung Lernen (2019)

⁵² Vgl. Wagner/Hering (2014), S. 662 f.

⁵³ Vgl. Theobald (2017), S. 71

⁵⁴ Vgl. Porst (2014), S. 191

Unter einem Pretest ist die Testung und Evaluation eines Fragebogens oder einzelner seiner Teile vor ihrem Einsatz in der Hauptuntersuchung zu verstehen.⁵⁵ Mit Hilfe von Pretests können Teile der genannten Aspekte geprüft und entsprechende Erkenntnisse in die Umfrage übernommen werden. Dazu werden die Pretests in zwei Gruppen unterschieden, nämlich in die Standardbeobachtungspretests und die kognitiven Pretests. Bei einem Standardbeobachtungspretest wird der Teilnehmer vorher nicht darauf hingewiesen, dass es sich dabei um einen Test handelt, damit die Bedingungen so realistisch wie möglich sind. Während des Pretests macht sich der Interviewer Notizen, steht aber dabei für keinerlei Nachfragen zur Verfügung, damit die Entscheidungen und die Bearbeitungsdauer nicht beeinflusst werden. Erst nach dem Ende der Umfrage wird dem Proband mitgeteilt, dass es sich um einen Test gehandelt hat.⁵⁶ Dagegen ist der kognitive Pretest ein aktiver Pretest bei dem der Proband und der Interviewer zusammen die Umfrage durcharbeiten, um Unstimmigkeiten im Kontext oder im Verständnis zuerkennen.⁵⁷

Vor dem Hintergrund einer möglichst gründlichen Vorbereitung kamen in der Arbeit beide Arten des Pretests zur Anwendung. Für die Durchführung der Pretests wurden fünf Personen mit unterschiedlichen Bildungsständen und Fachkompetenzen ausgewählt. Während an dem Standardbeobachtungspretest alle fünf Personen teilgenommen haben, wurden bei dem kognitiven Pretest nur drei Personen befragt. Zuerst wurde der Standardbeobachtungspretest durchgeführt, um primär die durchschnittliche Bearbeitungszeit zu ermitteln sowie etwaige grundlegende Probleme aufzuzeichnen. Im späteren Verlauf wurde der kognitive Pretest durchgeführt. Das Ziel hierbei bestand u. a. darin, zu prüfen, ob alle Fragestellungen eindeutig formuliert und einheitlich verstanden werden, Fachbegriffe ggf. ausgetauscht werden müssen, zusätzliche Hinweise erforderlich sind, die Skalenbreite als angenehm empfunden wird und dem Fragebogen eine angemessene Verbalisierung zugrunde liegt.

Der endgültige Fragebogen, welcher zur Primärdatenerhebung genutzt wurde und auf den sich die folgenden Kapitel beziehen ist im Anhang E enthalten.

5.2.1 Gestaltung des Fragebogens

Die Gestaltung eines Fragebogens hängt mitunter davon ab, ob es sich bei der Umfrage um ein mündliches Interview handelt bei dem der Teilnehmer evtl. vorab nur Themengebiete zur Vorbereitung mitgeteilt bekommen hat oder ob es sich um einen Selbstausfüller handelt, bei

⁵⁵ Vgl. Porst (2014), S. 190

⁵⁶ Vgl. Porst (2014), S. 191 f.

⁵⁷ Vgl. Porst (2014), S. 193

dem die Teilnehmer den gesamten Fragebogen zur Bearbeitung vorliegen haben. Während beim zuerst genannten die Gestaltung eine untergeordnete Rolle einnimmt, da diese gar nicht oder nur kurz von dem Interviewpartner gesehen wird, trägt die Gestaltung beim Selbstausfüller maßgeblich zur Motivation bei, den Fragebogen bis zum Ende auszufüllen.⁵⁸ Da es sich bei dieser Arbeit um einen Selbstausfüller handelt, ist die Gestaltung der Umfrage von großer Bedeutung.

Zudem sollte dem Entwurf der Titelseite genügend Zeit gewidmet werden, damit diese ansprechend gestaltet ist und den Teilnehmern ein erstes Gefühl für die Umfrage und deren Ziel vermittelt. Laut PORST sollte die Titelseite ein Titelbild, den Titel der Befragung, den Namen des Instituts, eine Möglichkeit der Kontaktaufnahme, einen Hinweis zur Anonymität bzw. zum Datenschutz und vorab eine Danksagung für die Teilnahme enthalten.⁵⁹ Durch diesen Schritt wird bereits ein hohes Maß an Seriosität und Professionalität vermittelt.

Durch ein ansprechendes Layout und Design sollen die Befragten beim Ausfüllen der Umfrage geführt und unterstützt werden. Dies bedeutet, dass u. a. Schriftarten, Ausrichtungen, Nummerierungen und Skalen durchgehend konstant sind. Frage und Antwortmöglichkeiten müssen auf einen Blick erfasst werden können, damit durch ständiges umblättern die Motivation der Teilnehmer nicht so stark absinkt, dass sie die Bearbeitung abbrechen.⁶⁰

Wie bereits in Kapitel 5.1 angesprochen, wurde die Form einer Online-Umfrage gewählt, um möglichst viele Personen in kurzer Zeit erreichen zu können und so den Stichprobenumfang zu erhöhen. Dementsprechend wurde die Umfrage im Rahmen dieser Arbeit mit dem kostenlosen Angebot für Studierende des Anbieters *umfrageonline.com* erstellt. Die Titelseite (siehe Abbildung 8), mit der die Teilnehmer empfangen werden, beinhaltet ein themenbezogenes Titelbild und einen Begrüßungstext mit den folgenden Informationen:

- Titel der Befragung
- Name des Durchführenden
- Möglichkeit der Kontaktaufnahme
- Hinweis zur Anonymität und zum Datenschutz
- Danksagung für die Teilnahme

⁵⁸ Vgl. Porst (2014), S. 169

⁵⁹ Vgl. Porst (2014), S. 36 ff.

⁶⁰ Vgl. Schnell/Hill/Esser (2011), S. 339

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

0 %

Get Smart



Guten Tag,

mein Name ist Michael Schrader und ich führe im Rahmen meiner Bachelor-Thesis an der Diploma Hochschule eine Umfrage mit dem Ziel durch, die Nutzerzufriedenheit mit Gebäudeautomation in Privathaushalten zu evaluieren. Neben der Nutzerzufriedenheit interessiere ich mich auch für Anforderungen und Wünsche an die Technik zur Gebäudeautomation von Nicht-Nutzern im Allgemeinen. Daher richtet sich diese Umfrage sowohl an Nutzer als auch an Nicht-Nutzer. Ich würde mich freuen, wenn Sie mich dabei unterstützen und diese Umfrage so gewissenhaft wie möglich bearbeiten.

Für Fragen, Hinweise und Anregungen können Sie mich gern per Email unter "schrader-smarthome@gmx.de" kontaktieren.

Die Bearbeitungszeit beträgt ca. 10 Minuten und Ihre Angaben werden anonymisiert verarbeitet.

Für weitere Informationen, steht Ihnen die folgende Webseite zur Verfügung: <https://www.umfrageonline.com/datenschutz>

Abbildung 8: Titelseite der Online-Umfrage

Die farbliche Gestaltung und Anordnung der Objekte auf der Titelseite sowie den folgenden Seiten ist weitestgehend vorgegeben, was die Flexibilität im Design und Layout einschränkt. Die Anordnung von Fragen und Antworten kann jedoch selbst bestimmt werden.

5.2.2 Gliederung des Fragebogens

Nach PORST sollte der Fragebogen mit leicht zu beantwortenden Fragen beginnen, um somit seitens der Teilnehmer ein Interesse an der Befragung bzw. dem Thema aufzubauen. Diese Fragen sollten so gewählt werden, dass sie von jedem potenziellen Teilnehmer beantwortet werden können. Außerdem entscheiden sie darüber, ob der Teilnehmer die nötigen Voraussetzungen für die Beantwortung der Forschungsfrage erfüllt und demnach zur

definierten Zielgruppe gehört. Nur dann kommt der jeweilige Teilnehmer für die Weiterleitung zu den Kernfragen des Fragebogens infrage.⁶¹

Wichtig im Aufbau und der Gliederung ist, dass der Teilnehmer einen roten Faden erkennen kann und die Themenbereiche jeweils in einem Block zusammengefasst sind. Das Verständnis des Teilnehmers kann schnell in Unmut umschlagen, wenn Themenbereiche durcheinander gemischt sind und kein Zusammenhang erkennbar ist.⁶²

Laut PORST sind demografische Fragen zwar leicht zu beantworten, was die Anforderung an Einstiegsfragen im Allgemeinen erfüllt. Die Teilnehmer beantworten diese Fragen allerdings nicht gern. Zu diesen Fragen zählt u. a. auch die Frage nach dem Einkommen.⁶³ Eine derartige Reihenfolge kann sogar zur Verärgerung bzw. Beeinflussung des Befragten beitragen und schlussendlich das Risiko eines Abbruchs steigern. Aus diesem Grund erscheinen die demografischen Fragen in der Umfrage erst am Ende.⁶⁴ Die kognitiven Pretests haben ebenfalls gezeigt, dass diese Reihenfolge eher akzeptiert wird. Außerdem wird die Frage nach dem Einkommen durch eine Frage nach dem Bildungsstand der Teilnehmer ersetzt. Dies lässt im Rahmen der Auswertung immerhin Rückschlüsse auf die finanzielle Situation der Teilnehmer zu.

In der Strukturierung des Fragebogens lassen sich weiterhin globale und punktuelle Filter einbauen. Mit Hilfe von globalen Filtern können alle Teilnehmer anhand einer bestimmten Antwort gemeinsam weitergeleitet werden. Zum Beispiel werden bei einer ja/nein Frage alle Befragten, die mit *nein* antworten zum Ende der Umfrage weitergeleitet und die übrigen durchlaufen die restlichen Fragen der Umfrage. Bei einem punktuellen Filter werden nur die Teilnehmer gefiltert, die auf eine bestimmte Frage eine bestimmte Antwort gegeben haben. Als Beispiel bekommt jemand im Anschluss an die Frage, ob er verheiratet ist, nur dann die zusätzlichen Fragen zum Partner angezeigt, wenn dieser auch *verheiratet* angegeben hat.⁶⁵

In der Umfrage dieser Arbeit kommt nur ein globaler Filter im Anschluss an die erste Frage des Fragebogens zum Einsatz. Mit dieser Filterfrage werden die nachfolgenden Fragen freigegeben. Anhand der Antwort auf die Frage, ob die Teilnehmer über eine Technik zur Gebäudeautomation im Privathaushalt verfügen, werden die Nutzer von den Nichtnutzern getrennt. Während die Nichtnutzer zu den demografischen Fragen sowie zu den Fragen nach den Gründen für die Nichtnutzung weitergeleitet werden, bekommen die Nutzer sämtliche hinsichtlich der

⁶¹ Vgl. Porst (2014), S. 139, 142

⁶² Vgl. Porst (2014), S. 146 f.

⁶³ Vgl. Porst (2014), S. 147

⁶⁴ Vgl. Porst (2014), S. 147

⁶⁵ Vgl. Porst (2014), S. 155 ff.

Zufriedenheitsermittlung relevanten Fragen. Weitere Erläuterungen zur Einteilung der Teilnehmer in Nutzer und Nichtnutzer sind dem entsprechenden Kapitel 6 zu entnehmen.

Die Umfrage für die sogenannten Nutzer, die über eine entsprechende Technik zur Gebäudeautomation verfügen, gliedert sich in die drei folgenden Bereiche:

- Erfassen des IST-Zustands
- Abfragen der Zufriedenheit mit dem IST-Zustand
- Demografische Fragen

Dabei wurde darauf geachtet, dass alle Fragen bestmöglich aufeinander aufbauen, damit für den Teilnehmer ein roter Faden beim Bearbeiten des Fragebogens erkennbar ist und kein ständiges Umdenken aufgrund eines völlig anderen Themenkomplexes nötig wird. Dadurch soll ein potentieller Abbruch seitens des Teilnehmers vermieden werden.⁶⁶

Der erste Abschnitt der Umfrage dient zum Erfassen des IST-Zustands, um ableiten zu können, in welchem Umfang eine Gebäudeautomation überhaupt vorhanden ist. Als Ergebnisse der Pretests wurde außerdem festgestellt, dass eine einheitliche Basis hinsichtlich der Frage geschaffen werden muss, was unter dem Begriff Gebäudeautomation jeweils verstanden wird.

Nachdem der IST-Zustand abgefragt wurde, folgt im zweiten Abschnitt die Ermittlung der Zufriedenheit mit der verwendeten Technik. Dies bildet vor dem Hintergrund der zentralen Fragestellung in dieser Arbeit den Hauptteil der Umfrage.

Abschließend folgt der dritte Abschnitt mit den demografischen Fragen. Dieser Abschnitt soll einen Überblick darüber ermöglichen, welche Personengruppen die Technik zur Gebäudeautomation nutzen, wie zufrieden die jeweiligen Gruppen damit sind und wovon der Grad der Zufriedenheit möglicherweise abhängig ist.

5.2.3 Formulierung der Fragen

Bei der Formulierung der Fragen sollten einige Aspekte berücksichtigt werden, sodass möglichst jeder Teilnehmer die Fragen richtig interpretiert. Die Komplexität der Fragen kann unter Beachtung der fokussierten Zielgruppe angepasst werden.

PORST entwickelte dazu die folgenden *10 Gebote der Frageformulierung*:⁶⁷

⁶⁶ Vgl. Porst (2014), S. 146 f.

⁶⁷ Porst (2014), S. 99 f.

1. *Du sollst einfache, unzweideutige Begriffe verwenden, die von allen Befragten in gleicher Weise verstanden werden!*
2. *Du sollst lange und komplexe Fragen vermeiden!*
3. *Du sollst hypothetische Fragen vermeiden!*
4. *Du sollst doppelte Stimuli und Verneinungen vermeiden!*
5. *Du sollst Unterstellungen und suggestive Fragen vermeiden!*
6. *Du sollst Fragen vermeiden, die auf Informationen abzielen, über die viele Befragte mutmaßlich nicht verfügen!*
7. *Du sollst Fragen mit eindeutigem zeitlichem Bezug verwenden!*
8. *Du sollst Antwortkategorien verwenden, die erschöpfend und disjunkt (überschneidungsfrei) sind!*
9. *Du sollst sicherstellen, dass der Kontext einer Frage sich nicht (unkontrolliert) auf deren Beantwortung auswirkt!*
10. *Du sollst unklare Begriffe definieren!*

Durch die Berücksichtigung dieser Regeln lassen sich von vornherein Probleme und Missverständnisse vermeiden, was ebenfalls die Auswertung und die anschließende Interpretation der Ergebnisse vereinfacht. Allerdings lassen sich diese nicht immer vollumfänglich anwenden und müssen mitunter angepasst und auf den jeweiligen Fragebogen abgestimmt werden. Durch einen kognitiven Pretest ist es möglich die gestellten Fragen zu überprüfen.⁶⁸

Mithilfe des kognitiven Pretests und unter Beachtung der *10 Gebote der Frageformulierung* wurden die zuvor erarbeiteten Fragen überprüft. Es hat sich ergeben, dass zusätzliche Hinweise und Erklärungen zu den gestellten Fragen zwingend erforderlich sind, damit die Teilnehmer die Fragen auf eine einheitliche Weise interpretieren und auch ohne ein tiefergehendes technisches Fachwissen bestmöglich beantworten können. Darüber hinaus reduzieren das Ersetzen von Fachbegriffen sowie zusätzliche Erläuterungen das Abbruchrisiko.

Zum Beispiel wurde die Frage:

- Wie sicher schätzen Sie das von Ihnen verwendete System zur Gebäudeautomation ein?

⁶⁸ Vgl. Porst (2014), S. 118

mit den folgenden Hinweisen beschrieben, um den Teilnehmern einen Ansatz zu geben, in welcher Art bzw. in welchem Umfang die Sicherheit gefährdet sein kann:

- Die Systemsicherheit kann evtl. durch kompromittierte Funksignale oder durch Zugriff auf das Bussystem gefährdet sein.
- Einzelne Komponenten, wie z. B. Überwachungskameras können die Sicherheit gefährden, weil sie nicht durch ein individuelles Passwort gesichert sind.

Bei der Frage:

- Welche Funktionen im Bereich Komfort sind in Ihrer Gebäudeautomation integriert?

wurde außerdem die Auswahl Licht-(Szene) im Hinweistext erläutert, da im kognitiven Pretest mehrfach nach der Bedeutung gefragt wurde.

5.2.4 Form der Fragen

Hinsichtlich der Fragenform ist zu unterscheiden, wie die Antwort auf eine Frage abgegeben werden kann. Es ist möglich eine *geschlossene*, *halboffene* und *offene* Frage zu stellen, wobei die Fragen inhaltlich zwar gleich sein können, jedoch eine variable Abgabe der Antwort zulassen.⁶⁹

Bei geschlossenen Fragen gibt es eine begrenzte und vordefinierte Anzahl an Antwortmöglichkeiten von denen die Teilnehmer eine Antwort auswählen sollen, die am ehesten auf sie zutrifft.

Es ist zusätzlich zwischen *Einfachnennung* und *Mehrfachnennung* zu unterscheiden.⁷⁰ Die Einfachnennung ermöglicht es dem Teilnehmer nur eine Antwort auszuwählen. Dazu zählt z. B. die Frage danach, wie die Geräte hauptsächlich untereinander verbunden sind (kabelgebunden oder drahtlos). Bei der Mehrfachnennung wird die Auswahl von mehr als einer Antwort zugelassen.⁷¹

⁶⁹ Vgl. Porst (2014), S. 53

⁷⁰ Vgl. Porst (2014), S. 53

⁷¹ Vgl. Porst (2014), S. 53

Im Gegensatz dazu werden bei offenen Fragen keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben und der Teilnehmer kann die Antwort mit seinen eigenen Worten in einem Textfeld beschreiben. Die Formulierung muss nicht an eine vordefinierte Antwort angepasst werden.⁷²

Halboffene Fragen sind eine Mischung aus offenen und geschlossenen Fragen. Dabei wird ebenso eine Auswahl an Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Hinzu kommt jedoch jeweils die Option, eine eigene Formulierung zu ergänzen, falls die vorgegebenen Möglichkeiten gar nicht oder nur unzureichend zutreffen. Eine halboffene Frage bietet sich demnach an, wenn die Anzahl der möglichen Antworten nicht überschaubar ist bzw. es zu viele Möglichkeiten gibt. Um zu vermeiden, dass der Befragte aus einer sehr großen Anzahl an Antwortmöglichkeiten die für ihn zutreffenden herausuchen muss, werden nur die bekanntesten Optionen vorgeben und ein Freitextfeld zur Ergänzung eingeblendet. So wissen die Teilnehmer worauf die Frage abzielt und können im Textfeld schnell antworten ohne die Bearbeitungszeit unnötig zu verlängern.⁷³

Das Beantworten einer Frage in einem Fragebogen geht mit dem sogenannten Messen einher. Dem Messvorgang liegt ein Bezugssystem zugrunde, welches als Skala definiert wird. Dazu zählen die *Nominal*-Skalen, die *Ordinal*-Skalen, die *Intervall*-Skalen und die *Ratio*-Skalen.⁷⁴

Die Antwortkategorien von Nominal-Fragen schließen sich gegenseitig aus. Es kann zwischen dichotomen Nominal-Fragen, die beispielsweise nur mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden können und polytomen Nominal-Fragen, bei denen der Befragte aus mehr als zwei Antwortmöglichkeiten nur eine Antwort auswählen kann differenziert werden.⁷⁵

Genau wie bei den Nominal-Skalen, muss sich der Teilnehmer bei den Ordinal-Skalen für eine Antwort entscheiden, wobei die Antwortmöglichkeiten in einer relationalen (Rangordnung) Beziehung zueinander stehen, die allerdings nicht über einen identischen (Wert)-Abstand verfügen. Dies ist auch der Grund dafür, dass diese nicht als Intervall-Skalen gelten, da die (Wert)-Abstände sonst zwischen jeder einzelnen Antwortmöglichkeit identisch sein müssten, wie beispielsweise auf einer Temperaturskala.⁷⁶ Bei der im Fragebogen dieser Arbeit häufig verwendeten Auswahl zwischen den Antwortmöglichkeiten sehr unzufrieden, unzufrieden, neutral, zufrieden und sehr zufrieden handelt es sich somit um eine Ordinal-Skala, denn diese Werte stehen in einer Rangordnung ohne identischen Wertabstand zueinander.

⁷² Vgl. Porst (2014), S. 56 f.

⁷³ Vgl. Porst (2014), S. 57 ff.

⁷⁴ Vgl. Porst (2014), S. 71

⁷⁵ Vgl. Porst (2014), S. 71 ff.

⁷⁶ Vgl. Porst (2014), S. 73 ff.

Die Beschriftung einer Skala kann durch *verbalisierte* (beschriftete) *Skalenpunkte* oder durch die alleinige *Endpunktbezeichnung* erfolgen. Eine Gegenüberstellung der beiden Varianten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Verbalisierte Skalenpunkte		Verbalisierte Endpunktskala	
Was halten Sie von dieser Aussage?		Was halten Sie von dieser Aussage?	
☐	Stimme ich voll und ganz zu	☐	1 - Stimme ich voll und ganz zu
☐	Stimme ich größtenteils zu	☐	2
☐	Stimme ich teilweise zu	☐	3
☐	Stimme ich weniger zu	☐	4
☐	Stimme ich gar nicht zu	☐	5 - Stimme ich gar nicht zu

Tabelle 1: Verbalisierung der Skalenpunkte

Mit der verbalisierten Skalenbeschriftung wird dem Befragten deutlich gemacht, was dieser sich unter den einzelnen Skalenpunkten vorzustellen hat und er muss entgegen der endpunktbenannten Skala nicht selbst entscheiden, welchen Wert er den Skalenpunkten zuordnet.⁷⁷

In der Umfrage, die im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit durchgeführt wird, kamen alle drei Fragetypen geschlossen, halboffen und offen zum Einsatz. Dadurch ist es möglich ein breites Spektrum an Antworten zu erhalten. Darüber hinaus wird dem Befragten eine Möglichkeit gegeben, seine eigene Antwort zu formulieren oder eine Auswahl an Antworten zu begrenzen, die wiederum durch eine halboffene Frage mit einer kurzen eigenen Antwort des Befragten zu ergänzen ist.

Außerdem bietet es sich für bestimmte Fragen an, diese geschlossen zu formulieren, um die Antwortmöglichkeiten hinsichtlich einer eindeutigen Auswertung der Ergebnisse einzugrenzen. Als Beispiel dient hier erneut die Frage, wie die Geräte hauptsächlich untereinander verbunden sind. Den Teilnehmern werden hier nur zwei Möglichkeiten zur Auswahl angeboten, zwischen denen sie sich entscheiden müssen.

Bei anderen Fragen ist die Vielfalt an Antwortmöglichkeiten hingegen so groß, dass nur eine offene Frage formuliert werden kann. So ist es z. B. bei der Frage nach möglichen Erfahrungen mit Angriffen auf die eigene Gebäudeautomation der Fall.

⁷⁷ Vgl. Porst (2014), S. 79 ff.

Weiterhin muss im Rahmen der Konzeption der Umfrage bei jeder Frage eine Entscheidung zur Messbarkeit getroffen werden. Im Ergebnis wurden sowohl Nominal- als auch Ordinal-Skalen verwendet, die es ermöglichen, den Antworten einen konkreten Wert anzuhaften, um die Auswertung zu erleichtern. Die verwendeten Skalen wurden alle verbalisiert, was den Vorteil einer deutungsfreien Auswahl sowie Auswertung hat. In den Pretests hat sich zudem gezeigt, dass eine einheitliche Benennung der Skalenpunkte die Bearbeitungszeit verkürzt und eine Skalenbreite von fünf Skalenpunkten die Einordnung der Antworten erleichtert. Zu wenige Skalenpunkte wurden bei der Beantwortung eher als hinderlich angesehen, weil die Teilnehmer sich dann nach eigenen Angaben nicht entscheiden konnten, wenn sie zwischen zwei sehr scharf voneinander abgegrenzten Antwortmöglichkeiten schwankten.

5.2.5 Bearbeitungsdauer

Die Bearbeitungsdauer bzw. der Umfang einer Umfrage ist vor dem Hintergrund der Minimierung der Abbruchrate von großer Bedeutung. Ein Fragebogen sollte nur so lang sein, wie es zur Generierung aller relevanten Informationen für die Beantwortung der Forschungsfrage zwingend erforderlich ist. Die Bearbeitungsdauer sollte demnach so kurz wie möglich sein, damit die Motivations- und Konzentrationskurve der Teilnehmer nicht überstrapaziert wird und sie nicht aufgrund der Dauer dazu geneigt sind, die Umfrage vorzeitig abzubrechen. Eine pauschal richtige Bearbeitungsdauer anzugeben ist jedoch nicht möglich.⁷⁸

Weiterhin ist es wichtig, die voraussichtliche Bearbeitungsdauer im Aufruf zur Teilnahme an einer Umfrage bzw. auf der Titelseite anzukündigen, damit dem Befragten klar ist, auf welche Dauer er sich einstellen muss. Die veranschlagte Bearbeitungszeit beeinflusst zudem die Abbruchquote. Aus diesen Gründen sollte die Umfrage so umfangreich wie nötig, aber so kompakt wie möglich gestaltet werden.⁷⁹

Mithilfe des bereits in Kapitel 5.2 angesprochenen Standardbeobachtungspretests können die durchschnittlichen Bearbeitungsdauern der Teilnehmer ermittelt werden. Bei gravierenden Abweichungen vom Durchschnitt bzw. von der veranschlagten Dauer kann der Proband außerdem anschließend zu den Gründen befragt werden, sodass Verzögerungen verursachende Stellen im Fragebogen eliminiert werden können. Die inhaltliche Tiefe der Fragen ist ebenfalls von der angestrebten Bearbeitungsdauer abhängig und muss sich daran orientieren. Bei der Formulierung der Fragen wurde deshalb darauf geachtet, möglichst keine komplizierten Fachbegriffe zu verwenden. Technisch tiefgreifende Fragestellungen würden wahrscheinlich

⁷⁸ Vgl. Theobald (2017), S. 77 f.

⁷⁹ Vgl. Porst (2014), S. 142 f.

die Bearbeitungszeit steigern, sodass eine höhere Abbruchquote wahrscheinlich wäre, denn dem überwiegenden Anteil der Nutzer wird ein eher geringes technisches Fachwissen hinsichtlich der Funktionsweise einer Gebäudeautomation unterstellt.

In diesem Rahmen wurde zur Ermittlung der Bearbeitungsdauer die durchschnittliche Dauer der durchgeführten Standardbeobachtungspretests ermittelt. Diese lag bei 10 Minuten, was als ein angemessener Zeitraum betrachtet werden kann. Die tatsächliche Bearbeitungsdauer war sehr stark davon abhängig, wie intensiv die Möglichkeit der Freitextfelder genutzt wurde. Deshalb wurde diese Form der Antwortmöglichkeit nur in einem sehr geringen Umfang verwendet.

5.3 Anwendungsprobleme im Aufbau der Umfrage

In diesem Kapitel sollen Anwendungsprobleme dargelegt werden, die sich trotz intensiver Vorbereitung und mehrmaligen Pretests im Rahmen der Durchführung der Umfrage ergeben haben. Durch die Rückmeldungen der Befragten und das Einsehen der Zwischenergebnisse während der laufenden Umfrage sind zwei Fehler im Aufbau der Umfrage aufgefallen, die durch die vorangegangenen Pretests nicht deutlich wurden.

Zum einen wird im Bereich der demografischen Fragen u. a. nach dem Bundesland gefragt, in dem der Befragte aktuell wohnhaft ist. Durch die Verteilung der Umfrage im Internet stammten jedoch viele Teilnehmer nicht aus Deutschland und waren demnach entweder zum Abbruch der Umfrage oder zur Auswahl eines beliebigen Bundeslandes gezwungen. Demzufolge können die Antworten auf diese Frage in der Ergebnisbetrachtung nicht statistisch ausgewertet werden. Durch die zahlreichen persönlichen Rückmeldungen ist es lediglich möglich, einen Großteil der falschen Angaben dem Bundesland Bayern zuzuweisen, da einige Teilnehmer aus Österreich waren und ihren Wohnort dann dem Bundesland Bayern zuordneten.

Zum anderen ergab sich ein weiteres Konzeptionsproblem der Umfrage, bedingt durch die formalen Vorgaben des Fragebogenanbieters. Dieses Problem bezieht sich auf die Verwendung von Textfeldern zur freien Formulierung von Antworttexten. Der Fragebogenersteller hat lediglich die Möglichkeit ein Freitextfeld einzufügen oder nicht. Wenn dieses Feld im Zuge des Ausfüllens versehentlich mit einem Wert gefüllt wurde, konnte dies durch den Teilnehmer der Umfrage nicht mehr rückgängig gemacht werden und es musste ein Text eingetragen werden, um die Umfrage fortsetzen zu können. Wie in Abbildung 9 dargestellt, wurden im Bereich der Abfrage nach der Zufriedenheit mit spezifischen Funktionsbereichen Freitextfelder eingefügt, in die der Befragte weitere Funktionen ergänzen konnte.

Wie zufrieden sind Sie mit den Funktionen im Bereich Energie? *

	sehr unzufrieden	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden	nicht vorhanden
Heizungssteuerung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Klimasteuerung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Lüftungssteuerung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Beschattung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Lichtsteuerung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Verbraucherüberwachung	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Smartmeter	☐	☐	☒	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☒	☐	☐

↓ +1

Abbildung 9: Freitextfeld bei der Frage nach der Zufriedenheit im Funktionsbereich Energie

Obwohl das beschriebene Problem zwar vereinzelt aufgetreten ist, hat es jedoch keinen Einfluss auf die Verwertbarkeit der Ergebnisse, da die frei formulierten Antworten ohne Themenbezug, die aus der gezwungenen Texteingabe hervorgehen, ohne Weiteres herausgefiltert werden können.

Insgesamt wurde in Kapitel 5 aufgezeigt, wie anspruchsvoll die Erstellung eines Fragebogens tatsächlich ist und welche Punkte u. a. beachtet werden müssen, damit dem Teilnehmer die Umfrage seriös und ansprechend erscheint. Für die Beantwortung der Forschungsfrage und die Generierung eines angemessen großen Stichprobenumfangs stehen die eindeutige Formulierung der Fragen, eine minimierte Bearbeitungsdauer und eine möglichst geringe Abbruchquote im Vordergrund. Pretests können einen großen Beitrag dazu leisten, diese Ziele zu erreichen und etwaige Fehler im Fragebogen nicht erst nach Abschluss der Umfrage, sondern vorher zu verdeutlichen. Trotz Sorgfalt sowie der durchgeführten Pretests, kann es wie in Kapitel 5.3 aufgezeigt, zu Anwendungsproblemen kommen, die dann im Rahmen der Auswertung zu berücksichtigen sind.

Bereits bei der Auswahl der Interviewpartner für die Pretests spielt die Zielgruppe der Umfrage eine große Rolle. Es sollten repräsentative Vertreter für die möglichen Adressatenkreise ausgewählt werden, um alle beschriebenen Aspekte vor Beginn der Umfrage prüfen zu können. Eine Erläuterung der Adressaten im Rahmen dieser Bachelorarbeit folgt in Kapitel 6.

6 Adressaten der Umfrage (Grundgesamtheit und Stichprobe)

Als Adressaten der Umfrage sind hier mögliche Teilnehmer zu verstehen, die eine Technik zur Gebäudeautomation in ihrem Privathaushalt einsetzen und im Rahmen der Umfrage sowie deren Auswertung als Nutzer bezeichnet werden. Die Personen, deren technische Ausstattung unzureichend bzw. erst gar nicht vorhanden ist, werden dennoch nach ihren Gründen der Ablehnung befragt und im Folgenden Nichtnutzer genannt.

Die Gesamtbevölkerung in Deutschland beträgt ca. 83,16 Mio. Menschen.⁸⁰ Aus dieser ergibt sich eine Grundgesamtheit der Nutzer einer Gebäudeautomation von ca. 18,25 Mio. möglichen Personen. Errechnet wurde diese Grundgesamtheit auf Basis statistischer Daten von STATISTA, denen zufolge ca. 9,11 Mio. Haushalte in Deutschland als *Smart* zu bezeichnen sind.⁸¹ In einem Haushalt leben im bundesweiten Durchschnitt rund zwei Personen.⁸² Wird der bundesweite Durchschnitt mit den als *Smart* bezeichneten Haushalten multipliziert, ergibt sich eine Grundgesamtheit für die Datenerhebung von ca. 18,25 Mio. Personen.

Diese Werte sind jedoch insoweit nur als ungefähre Kenngröße zu betrachten, dass die Definition von Smart Home bzw. eines *smarten* Haushalts aus der Statistik nicht eindeutig hervorgeht. Demnach würden voraussichtlich etliche Haushalte nach der hier getroffenen Definition aus der Grundgesamtheit entfallen.

Darüber hinaus werden von dieser Grundgesamtheit nur deutsche Haushalte erfasst, was mit der Beteiligung einiger Teilnehmer aus dem Ausland nicht übereinstimmt. Dies wurde bereits in Kapitel 5.3 zu den Anwendungsproblemen erläutert, betrifft jedoch nur einzelne Teilnehmer und hat keine Auswirkungen auf die Auswertung der Ergebnisse.

Als Grundlage wurden die Begriffe Gebäudeautomation und Smart Home in Kapitel 2 definiert. Es wurde außerdem deutlich, dass beide Begriffe im Wesentlichen das gleiche beschreiben, jedoch bei genauerer Betrachtung hinsichtlich des Umfangs an vorhandener Automation im Privathaushalt voneinander abweichen. Während die Gebäudeautomation ein komplettes Gebäude über mehrere Funktionsbereiche beschreibt, zielt der Begriff Smart Home eher auf eine *eingeschränkte* Teilautomation ab.

Die Abgrenzung zwischen den Nutzern, die lediglich Steckdosen oder einzelne Glühlampen über einen Sprachassistenten steuern und den Nutzern, die eine vollumfängliche Gebäudeauto-

⁸⁰ Statistisches Bundesamt (2020)

⁸¹ Statista (2020)

⁸² Vgl. Statistisches Bundesamt (2019)

mation einsetzen, stellt eine Herausforderung dar, denn eine Definition, ab wann die vorhandene Technik zur Gebäudeautomation gezählt werden kann, ist sehr individuell und verlangt von den Teilnehmern ein gewisses Maß an Fachwissen, um die Definition richtig anwenden zu können.

Ein Ausschluss bestimmter Adressaten von der Umfrage beispielsweise durch eine Bedingung in Form von der Anzahl der verwendeten Sensoren und Aktoren war nicht zielführend, da nicht vorausgesetzt werden kann, dass jeder Teilnehmer weiß, was Sensoren/Aktoren sind bzw. welche Anzahl verbaut wurde. Um den Befragten den Unterschied dennoch deutlich zu machen, wurde innerhalb der Umfrage folgender Hinweistext eingefügt:

„Als Gebäudeautomation (Smart Home) bezeichnet man z. B. eine intelligente Steuerung, mit deren Hilfe die Rollläden automatisch herauf und herab gefahren oder die Temperaturen in den einzelnen Räumen geregelt werden.“

Zusätzlich zu dem ersten Hinweis wird zusammen mit der ersten Frage danach, ob eine Technik zur Gebäudeautomation vorhanden ist, folgender Hinweistext angezeigt:

„Wenn Sie mit ja antworten, sollte mind. ein Gerät in Ihrem Haushalt ohne menschlichen Eingriff (automatisch) gesteuert werden können. Bei der alleinigen Verwendung eines Sprachassistenten (z. B. Amazon Alexa, Google Assistant, Apple HomePod, etc.), der auf Zuruf externe Geräte (z. B. Licht, Steckdosen) steuert handelt es sich nicht um eine Gebäudeautomation.“

Komplettanlagen zur Gebäudeautomation in Privathaushalten sind noch immer sehr kostspielig und Nachrüstlösungen erfordern ebenso eine gewisse technische Affinität der Nutzer. Wie bereits in Kapitel 1 angesprochen, entwächst der Markt der Gebäudeautomation nur langsam dem Nischenmarkt und dementsprechend stellt es eine weitere Herausforderung dar, tatsächliche Nutzer in kurzer Zeit als geeignete Teilnehmer der Umfrage zu gewinnen.

Für die Generierung einer zufälligen Stichprobe über alle Bevölkerungsschichten, Bildungsstände, Altersgruppen etc. wäre ein deutlich längerer Zeitraum als nur wenige Wochen erforderlich. Aufgrund der zeitlichen Begrenzung und dem Ziel, so viele Nutzer wie möglich zu erreichen, wurde der Link zur Umfrage insbesondere in Bereichen veröffentlicht, in denen sich ausreichend viele Nutzer bewegen. Insbesondere vielversprechend sind Internetforen mit thematischem Bezug, wie

- <https://www.haustechnikdialog.de/Forum/>
- <https://knx-user-forum.de/>
- <https://forum-raspberrypi.de/forum/>

- <https://www.android-hilfe.de/>
- <https://www.loxforum.com/>

Hinsichtlich der Adressierung eines Personenkreises mit wissenschaftlicher Motivation wurden zudem der E-Mailverteiler der Diploma Hochschule sowie Gruppen der Technischen Universität Braunschweig zur Verbreitung genutzt.

Außerdem wurde der Link zum Fragebogen über persönliche Kontakte und soziale Netzwerke an potentielle Nutzer der Gebäudeautomation verteilt:

- <https://www.facebook.com/>
- <https://www.rc-modellbau-portal.de/>
- <https://xing.com>

Durch diese Verteilung sollte es möglich sein, trotz der spezifischen Auswahl sowohl erfahrene als auch unerfahrene Nutzer, sowie Nutzer von Komplettanlagen und Nachrüstlösungen zu erreichen und zur Teilnahme an der Umfrage zu motivieren.

Infolge der kurzen Laufzeit der Online-Umfrage ist zudem nicht davon auszugehen, dass ausreichend Teilnehmer generiert werden können, um eine statistische Signifikanz spezifischer Merkmale und Effekte zu erreichen. Damit trotzdem genug Nutzer teilnehmen, die eine tendenzielle Beschreibung von deren Merkmalen, Merkmalsabhängigkeiten und insbesondere Zufriedenheitsausprägungen ermöglichen, wird die Verbreitung der Umfrage in themenbezogenen Bereichen als zielführend erachtet. Auf die Einschätzung der schlussendlichen Aussagekraft der Ergebnisse wird in Kapitel 8 dieser Arbeit genauer eingegangen.

7 Auswertung der Online-Umfrage

In diesem Kapitel werden nun die mittels eines Online-Fragebogens erfassten Ergebnisse der Primärdatenerhebung ausgewertet und vorgestellt. Die Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die anfangs formulierte Forschungsfrage sowie die Erläuterung von Relationen zwischen unterschiedlichen Merkmalsausprägungen folgen in Kapitel 8 dieser Arbeit.

Insgesamt haben 439 Personen an der Umfrage teilgenommen. Davon können 300 Teilnehmer ($\approx 68\%$) der definierten Gruppe der Nutzer einer Gebäudeautomation und 139 Teilnehmer ($\approx 32\%$) der Gruppe der Nichtnutzer zugeordnet werden.

Von den 300 Nutzern haben jedoch nur 246 die ersten beiden Bereiche mit den Fragen nach dem IST-Zustand und nach der Zufriedenheit mit dem IST-Zustand vollständig beantwortet, während lediglich 245 den gesamten Fragebogen ausfüllten. Dies entspricht einer Abbruchquote unter den Nutzern von $18,33\%$. Von den 139 Nichtnutzern haben 133 Teilnehmer die Umfrage bis zum Ende bearbeitet, was einer Abbruchquote von $6,47\%$ entspricht. In Relation zur ermittelten Grundgesamtheit in Kapitel 6 ergibt sich ein Anteil an befragten Nutzern einer Gebäudeautomation von nur $0,0013\%$.

Unter Berücksichtigung der gesamten 439 Teilnehmer beträgt der Anteil der Personen, die den Fragebogen vollständig bearbeiteten 375 und es resultiert eine Abbruchquote von insgesamt $14,57\%$.

Die Antworten der Nutzer sowie der Nichtnutzer werden in den folgenden Unterkapiteln getrennt voneinander betrachtet, da die jeweils gestellten Fragen stark voneinander abweichen und die Ergebnisse hinsichtlich der Beantwortung der Forschungsfrage von unterschiedlicher Relevanz sind.

Ergänzend ist festzustellen, dass die in Kapitel 5.3 geschilderten Anwendungsprobleme im Rahmen der Auswertung berücksichtigt werden müssen. Nicht auswertbare Datensätze werden demnach vor der Auswertung entfernt. Die Vorgehensweise, wie mit den entsprechenden Datensätzen im Einzelnen zu verfahren ist, wird bei der jeweiligen Auswertung innerhalb dieses Kapitels im Detail erläutert. Die Auswertung des Bundeslandes in dem die Teilnehmer zum Zeitpunkt der Umfrage leben wird dementsprechend in den Anhang D verlagert.

7.1 Auswertung der Antworten von Nutzern

Nachfolgend werden zunächst die Ergebnisse der demografischen Fragen ausgewertet, um festzustellen, wie sich die erläuterte Teilnehmerzahl zusammensetzt. Danach folgen die Ergebnisse der Abfrage nach dem IST-Zustand und den Angaben zur Zufriedenheit. Die Teilnehmer

wurden nach ihrem Alter, ihrem Geschlecht, dem Bundesland des Wohnsitzes⁸³, dem Bildungsstand, der Wohnsituation sowie nach der Größe des Haushalts befragt.

Demografische Fragen

Das durchschnittliche **Alter** der Nutzer liegt nach Bereinigung der Datensätze bei 38,9 Jahren. Dazu wurden die Datensätze der 245 Teilnehmer, die bis an das Ende der Umfrage gelangt sind auf 238 Datensätze reduziert. Angaben unterhalb von 18 Jahren und oberhalb von 90 Jahren, Circa-Angaben sowie sonstige Zeichenfolgen wurden ausgeblendet bzw. nicht für die Berechnung des Altersdurchschnitts berücksichtigt.

Im Hinblick auf das **Geschlecht** der Nutzer ergab sich mit 91,87 % ein überwiegend männlicher Anteil an Teilnehmern. Die Geschlechterangaben der Nutzer teilen sich wie folgt auf:

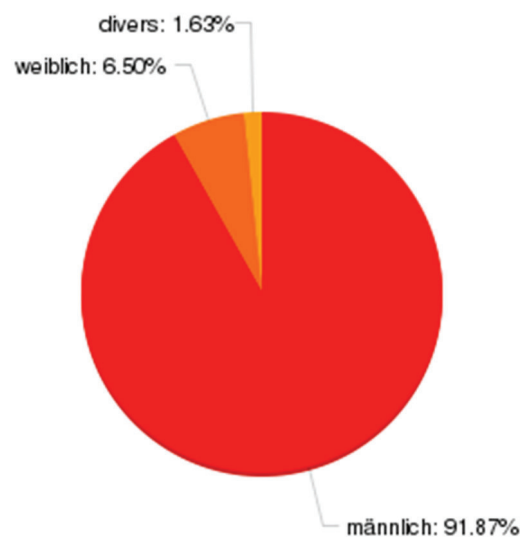


Abbildung 10: Angaben der Nutzer zum Geschlecht

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist demnach zu berücksichtigen, dass fast ausschließlich Männer die Zufriedenheit mit der Gebäudeautomation sowie mit ihren Teilaspekten beurteilten. Männliche Teilnehmer haben aufgrund von abweichenden Anforderungen möglicherweise eine andere Sichtweise auf die Zufriedenheit mit den Funktionen einer Gebäudeautomation als weibliche Teilnehmer. Lediglich die Auswertung der Antworten von Nichtnutzern (vgl. Kapitel 7.2) basiert auf einer annähernd gleichmäßigen Verteilung der Geschlechter.

⁸³ Die Auswertung des Bundeslandes befindet sich in Anhang D.

Bei der Auswertung des **Bildungsstandes** (siehe Abbildung 11) ist festzustellen, dass die Anteile der Nutzer mit schulischen Abschlüssen und Hochschulabschlüssen nahezu übereinstimmen. Werden die Angaben *Andere* mit 4,88 % und *keine Auskunft* mit 5,69 % aus der Betrachtung herausgenommen, ergibt sich ein Anteil an Teilnehmern mit schulischem Abschluss von insgesamt 45,12 % und mit Hochschulabschluss von insgesamt 44,31 %. Es wurden vereinzelt weitere Abschlüsse, wie Meister und staatlich geprüfter Techniker in unterschiedlichen Gewerken ergänzt.

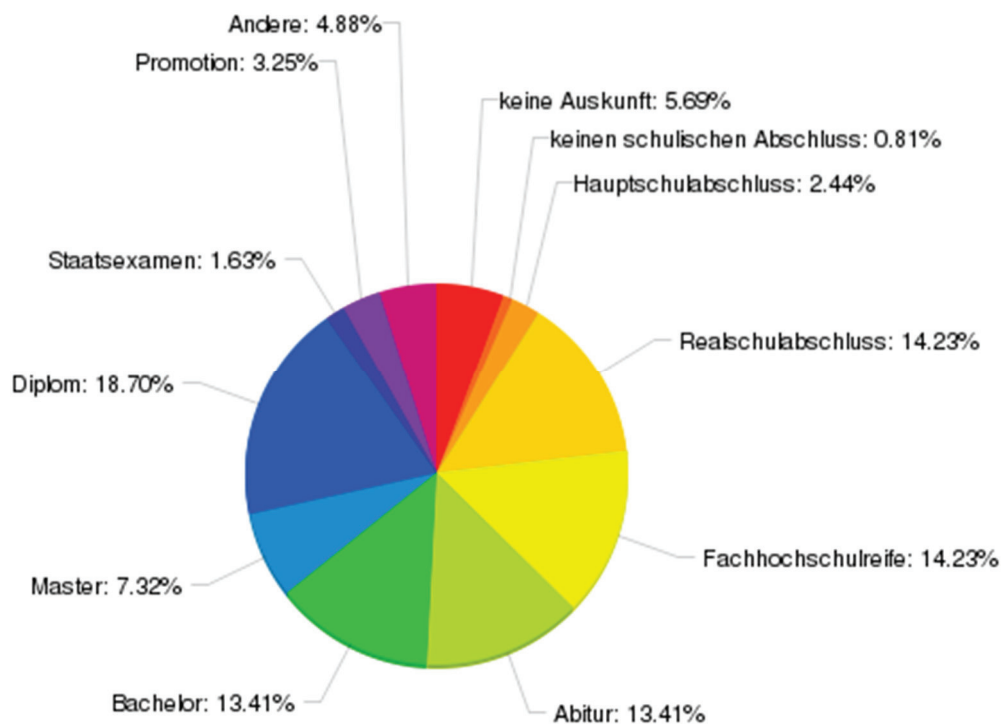


Abbildung 11: Angaben der Nutzer zum Bildungsstand

Die Auswertung der **Wohnsituation** zeigt, dass der Großteil der Nutzer mit 82,45 % im Wohneigentum in Form eines Hauses lebt, 6,12 % in Eigentumswohnungen und 10,62 % in Mietobjekten.

Zusätzlich zu der aktuellen Wohnsituation wurden die Teilnehmer nach der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen gefragt. Die Ergebnisse können der untenstehenden Tabelle 2 entnommen werden. Dabei ist festzustellen, dass die Mehrheit der Haushalte zwischen zwei und vier Personen umfasst.

Anzahl der Teilnehmer: 245	
Personen im Haushalt	Abgegebene Stimmen
1	14 (5,70%)
2	84 (34,30%)
3	59 (24,10%)
4	59 (24,10%)
<4	29 (11,80%)

Tabelle 2: Angaben der Nutzer zur Anzahl der Personen im Haushalt

Fragen nach dem IST-Zustand

Zur Verifizierung der Belastbarkeit der Ergebnisse wurden die Teilnehmer gefragt, wie lange sie bereits über eine Technik zur Gebäudeautomation verfügen. Auf Basis dessen kann eingeschätzt werden, wie lange sie Erfahrungen im Umgang mit dieser Technik sammeln konnten. Im Ergebnis können 65,90 % der Nutzer eine mind. dreijährige **Nutzungsdauer** vorweisen (siehe Abbildung 12), während jedoch auch ca. 11 % erst seit einem sehr kurzen Zeitraum - unter einem Jahr - über eine Gebäudeautomation im Privathaushalt verfügen.

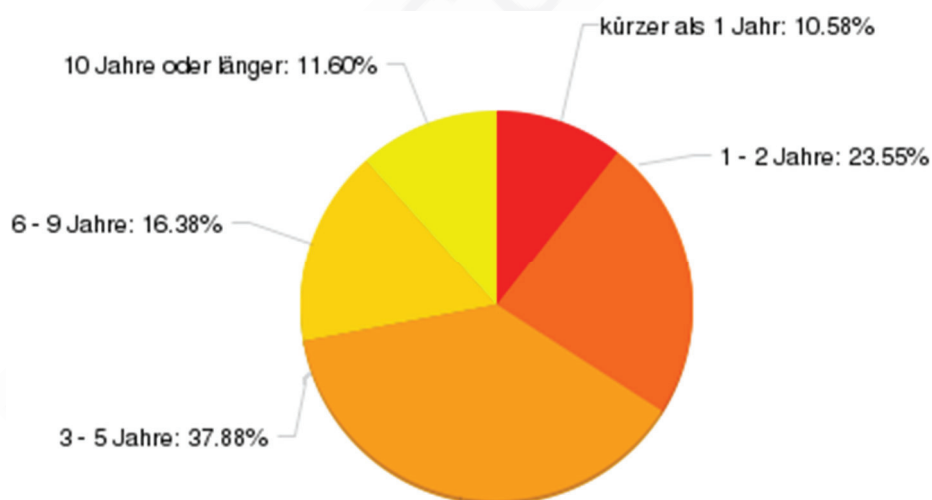


Abbildung 12: Angaben der Nutzer zur Nutzungsdauer

Für die weitere Betrachtung der Ergebnisse, insbesondere in Kapitel 8, ist die Auswertung der Angaben zum vorhandenen **Übertragungsmedium** relevant. Die Abfrage diesbezüglich hat ergeben, dass 64,16 % der Nutzer eine kabelgebundene Kommunikation und 35,84 % eine drahtlose Kommunikation besitzen.

Weiterhin ist in Abbildung 13 die Auswertung der ausgewählten **Marken und Hersteller** zu sehen, welche die Nutzer in ihrer Gebäudeautomation einsetzen. Von den zuvor festgelegten

Auswahlmöglichkeiten wurde jede Alternative mindestens einmal genannt. Die am häufigsten genannten Marken waren Raspberry Pi, KNX/EIB, Loxone, MDT und Amazon Alexa. Eine vollständige Liste aller zusätzlichen Angaben, die durch die Teilnehmer im Freitextfeld ergänzt wurden, ist im Anhang A der Arbeit enthalten.

122 (42.8%): KNX/EIB	30 (10.5%): Hager
94 (33.0%): Loxone	14 (4.9%): Berker
53 (18.6%): HomeMatic	5 (1.8%): Rademacher
1 (0.4%): Creston	132 (46.3%): Raspberry Pi
82 (28.8%): Amazon Alexa	6 (2.1%): Vaillant
13 (4.6%): Google Assistant	3 (1.1%): Wolf
12 (4.2%): Apple HomePod	19 (6.7%): Vissmann
58 (20.4%): Philips Hue	10 (3.5%): Stiebel Eltron
76 (26.7%): AVM FRITZ!Box	2 (0.7%): Innogy
10 (3.5%): Netatmo	1 (0.4%): RWE
2 (0.7%): Tado	2 (0.7%): Solarwatt
93 (32.6%): MDT	46 (16.1%): Microcontroller (Arduino, etc.)
58 (20.4%): Gira	7 (2.5%): Ring
34 (11.9%): Busch-Jaeger	83 (29.1%): Andere
20 (7.0%): Merten	

Abbildung 13: Angaben der Nutzer zu eingesetzten Marken/Herstellern

Hinsichtlich der genutzten **Funktionen der Gebäudeautomation im Bereich Energie** wurden ebenfalls alle Auswahlmöglichkeiten mindestens einmal ausgewählt. Die am häufigsten genutzte Funktion ist die Lichtsteuerung mit 87,20 %, gefolgt von der Heizungssteuerung mit 75,90 % (siehe Abbildung 14). Eine vollständige Liste aller zusätzlichen Angaben, die durch die Teilnehmer im Freitextfeld ergänzt wurden, ist im Anhang A enthalten. Dazu zählt z. B. die Steuerung der PV-Anlage.

214 (75.9%): Heizungssteuerung
65 (23.0%): Klimasteuerung
106 (37.6%): Lüftungssteuerung
187 (66.3%): Beschattung
246 (87.2%): Lichtsteuerung
152 (53.9%): Verbraucherüberwachung
109 (38.7%): Smartmeter
11 (3.9%): Keine der genannten
27 (9.6%): Andere

Abbildung 14: Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Energie

Analog zum beschriebenen Bereich Energie wurden auch im **Funktionsbereich Sicherheit** alle Möglichkeiten mindestens einmal ausgewählt. Die am häufigsten genutzten Funktionen zur Erhöhung der Sicherheit sind Bewegungsmelder mit 71,30 %, Tür- und Fensterkontakte mit 68,40 % sowie Rauch- und Feuermelder mit 56,00 % (siehe Abbildung 15). Ergänzend wurden Funktionen, wie Paniktaster und Anwesenheitssimulation genannt. Eine vollständige Liste aller zusätzlich im Freitextfeld ergänzten Angaben ist dem Anhang A zu entnehmen.

122 (43.3%): Überwachungskameras
201 (71.3%): Bewegungsmelder
158 (56.0%): Rauch- /Feuermelder
98 (34.8%): Wassermelder
71 (25.2%): Stromkreisüberwachung
193 (68.4%): Tür- und Fensterkontakte
80 (28.4%): Einbruchmelder/Außensirene
35 (12.4%): Keine der genannten
7 (2.5%): Andere

Abbildung 15: Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Sicherheit

Den dritten Bereich bilden die **Komfortfunktionen**. Die Auswertung hat hier ebenfalls ergeben, dass alle vorgegebenen Funktionen von den Nutzern genutzt werden. Die am häufigsten genutzten Funktionen sind Lichtszenen mit 76,60 %, eine zentrale Steuerung mit

68,10 % und Musiksteuerung mit 58,90 % (siehe Abbildung 16). Zusätzlich wurden Funktionen, wie Garagentoröffner und Umweltsensoren ergänzt. Eine vollständige Liste aller zusätzlichen Angaben, die durch die Nutzer im Freitextfeld formuliert wurden kann dem Anhang A entnommen werden.



Abbildung 16: Angaben der Nutzer zu verwendeten Funktionen im Bereich Komfort

Die letzte Frage im Bereich der Feststellung des IST-Zustands bezieht sich auf die bisherigen **Investitionskosten** für die Implementierung einer Gebäudeautomation im Privathaushalt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Kosten überwiegend im Bereich von 5.000 € bis mehr als 10.000 € liegen. Dies betrifft mit 53,76 % mehr als die Hälfte aller Nutzer. Eine detailliertere Aufschlüsselung ist dem Anhang A zu entnehmen.

Weiterhin wurden die Nutzer danach befragt, welchen **Nutzen** sie sich von einer Gebäudeautomation grundsätzlich versprechen, unabhängig von der eigenen technischen Ausstattung. Die Auswertung in Abbildung 17 zeigt, dass sich 98,20 % der Nutzer davon eine Komfortsteigerung und Erleichterung im Alltag, 48,60 % die Möglichkeit einer Energieeinsparung und 44,60 % eine erhöhte Einbruchsicherheit versprechen. Die Wertsteigerung der Immobilie sehen 27,10 % der Nutzer als Vorteil, wobei diese nicht im Vordergrund zu stehen scheint. Eine vollständige Liste aller zusätzlichen Angaben, die durch die Teilnehmer im Freitextfeld ergänzt wurden ist im Anhang A enthalten.

136 (48.6%): Energieeinsparung
275 (98.2%): Komfort und Erleichterung im Alltag
125 (44.6%): Einbruchssicherheit
114 (40.7%): Schutz vor Wasser und Feuer
110 (39.3%): Bei der Entwicklung von neuen Technologien auf dem neusten Stand zu sein
76 (27.1%): Wertsteigerung der Immobilie
- (0.0%): Nichts davon
17 (6.1%): Andere

Abbildung 17: Angaben der Nutzer zum erwarteten Nutzen der Gebäudeautomation

Zufriedenheit mit dem IST-Zustand

Die Auswertung der **allgemeinen Zufriedenheit** der Nutzer ergibt ein sehr positives Bild. Im Durchschnitt liegt die Zufriedenheit mit dem Gesamtsystem auf einer Skala von 1 – 5 bei 4,01 (*zufrieden*). Insgesamt gaben 84,84 % der Nutzer an *zufrieden* oder sogar *sehr zufrieden* zu sein. Die folgende Tabelle 3 soll dies noch einmal verdeutlichen.

sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden			
(1)		(2)		(3)		(4)		(5)			
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Ø	±
24x	8,66	6x	2,17	12x	4,33	135x	48,74	100x	36,10	4,01	1,13

■ Arithmetisches Mittel (Ø)
 Standardabweichung (±)

Tabelle 3: Angaben der Nutzer zur allgemeinen Zufriedenheit

Weiterhin haben 94,30 % der Nutzer bei der Frage, ob der Einsatz einer Gebäudeautomation das **alltägliche Leben vereinfacht** hat mit *Ja* geantwortet.

Im Hinblick auf die allgemeine Zufriedenheit gibt es bei genauerer Betrachtung eine Auffälligkeit. 24 Nutzer haben ihre allgemeine Zufriedenheit mit *sehr unzufrieden* angegeben, obwohl bei einer Filterung nach diesen Teilnehmern deutlich wird, dass nur zwei ebenfalls ein *sehr unzufrieden* und lediglich fünf ein *unzufrieden* bei den nachfolgenden Fragen zu ihrer Zufriedenheit mit den gesonderten Funktionsbereichen abgegeben haben. Die restlichen

Angaben dieser verbleibenden 17 Teilnehmer liegen im Bereich von *neutral* bis *sehr zufrieden*. Im weiteren Verlauf der Umfrage würden außerdem alle 24 Nutzer, die mit *sehr unzufrieden* geantwortet hatten dennoch eine Gebäudeautomation weiterempfehlen und erneut bei einem Umzug oder Neubau in diese investieren. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass 17 Teilnehmer ihre Zufriedenheit entweder fälschlicherweise markiert haben oder ihre Meinung mit dem Fortschritt der Beantwortung beeinflusst und verändert wurde.

Unter Berücksichtigung dessen läge die allgemeine Zufriedenheit mit der Funktionsweise der Gebäudeautomation wohlmöglich höher als hier dargestellt. Generell würden 98,40 % aller Nutzer erneut in eine Gebäudeautomation investieren, wenn dies durch einen Umzug/Neubau erforderlich wäre und 96,30 % würden es weiterempfehlen, in eine derartige Haustechnik zu investieren.

Ergänzend zur allgemeinen Zufriedenheit mit der Funktionsweise wurden die Nutzer nach Ausfällen oder **Störungen im Zusammenhang mit ihrer Gebäudeautomation** gefragt. In Tabelle 4 ist zu erkennen, dass etwaige Störungen oder Ausfälle selten bis gar nicht auftreten.

Anzahl der Teilnehmer: 277	
Anzahl der Störungen oder Ausfälle	Abgegebene Stimmen (prozentuale Anteile)
Keine	153 (55,20 %)
1 - 2	91 (32,90 %)
3 - 4	16 (5,80 %)
5 - 6	7 (2,50 %)
Mehr als 6	10 (3,60 %)

Tabelle 4: Übersicht aufgetretener Störungen oder Ausfälle in den letzten 12 Monaten

Auf Basis des im Rahmen des IST-Zustandes abgefragten Vorhandenseins der jeweiligen Funktionen in den Bereichen Energie, Sicherheit und Komfort wurden die Nutzer im weiteren Verlauf der Umfrage dazu aufgefordert, ihre **Zufriedenheit mit den vorhandenen Funktionen** zu bewerten. Die drei folgenden Tabellen zeigen die jeweilige Zufriedenheit aller Nutzer, die über eine entsprechende Technik verfügen im Hinblick auf die einzelnen Bereiche. Eine detailliertere Darstellung dieser drei Tabellen ist dem Anhang B zu entnehmen.

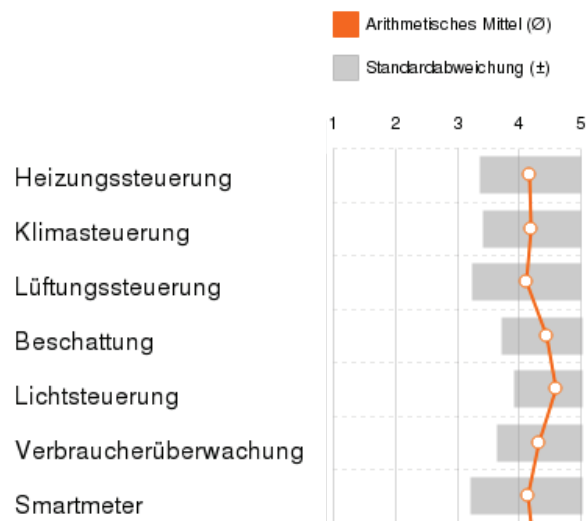


Tabelle 5: Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie

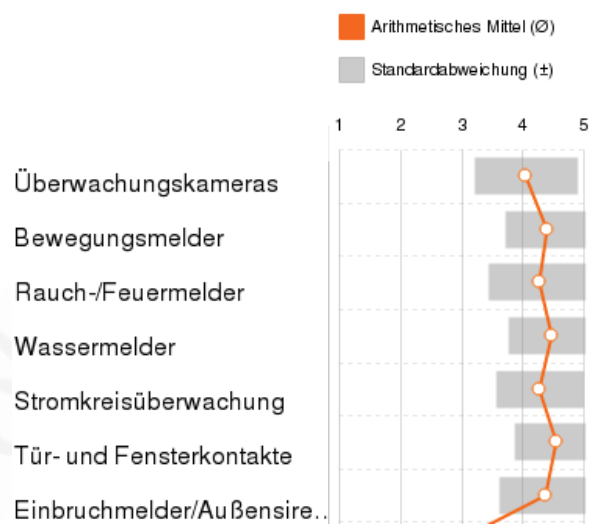


Tabelle 6: Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit

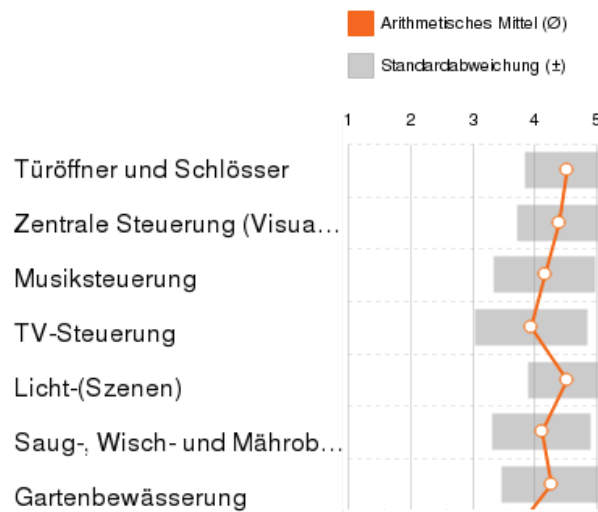


Tabelle 7: Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort

In allen drei Bereichen ist eine durchweg hohe Zufriedenheit zu erkennen. Im Bereich der Komfortfunktionen sind allerdings Funktionen erkennbar, bei denen die Zufriedenheit der Nutzer tendenziell geringer ausfällt, wie z. B. bei der TV-Steuerung und den Saug-, Wisch- und Mährobotern.

Nachdem die allgemeine Zufriedenheit ausgewertet wurde folgt nun eine Auswertung der **Zufriedenheit mit spezifischen Aspekten** bezüglich der Gebäudeautomation. Dabei wurde zum einen gefragt, wie zufrieden die Nutzer mit der **Anpassungsfähigkeit** bzw. dem Ändern von Parametern innerhalb der Gebäudeautomation sind. Im Ergebnis liegt der Durchschnitt der Antworten auf einer Skala von 1-5 bei 4,42 (*zufrieden bis sehr zufrieden*). Dieser Aspekt ist maßgeblich von der jeweils ausgewählten Marke bzw. dem Hersteller abhängig. Während bei den Herstellern von Nachrüstlösungen einfache Apps und Weboberflächen zur Verfügung stehen (z. B. Homematic⁸⁴), ist bei anderen Herstellern eine spezielle kostenintensive Software nötig, um die Gebäudeautomation anpassen zu können (z. B. KNX/EIB-Standard).⁸⁵ Hingegen wird bei der Verwendung von Loxone, welches wie KNX ebenfalls hauptsächlich über Kabel angebunden ist, eine kostenlose Software zur Anpassung bereitgestellt.⁸⁶

⁸⁴ Vgl. Homematic Inside (2019)

⁸⁵ Vgl. KNX (2020) b

⁸⁶ Vgl. Loxone (2020)

Zum anderen sollte die **Zufriedenheit mit der Preisgestaltung** der verwendeten Technik bewertet werden. Im Vergleich zu allen vorherigen Auswertungen hinsichtlich der Zufriedenheit fällt die Zufriedenheit mit der Preisgestaltung mit einem arithmetischen Mittel von 3,25 auf einer Skala von 1-5 (*neutral* bis *zufrieden*) eher gering aus (detaillierte Ergebnisstarstellung siehe Anhang B). In der Einleitung wurde zwar erwähnt, dass diese Technik zur Gebäudeautomation immer günstiger wird, von den Nutzern wird das Preis-Leistungsverhältnis dem Ergebnis zufolge jedoch als verbesserungswürdig eingestuft. Bei dieser Auswertung gilt es allerdings zu bedenken, dass das Preisempfinden der Teilnehmer von deren privaten finanziellen Möglichkeiten stark beeinflusst werden kann.

Zusätzlich konnten die Nutzer in einem Freitextfeld **Wünsche** angeben, deren Erfüllung ihre Zufriedenheit mit der Gebäudeautomation steigern würde. Dabei wurde von 64 Nutzern eine Antwort abgegeben. Neben vielen Angaben bezüglich einer Erweiterung der bestehenden Gebäudeautomation wurden die folgenden drei Wünsche häufig genannt: 12 der 64 Nutzer wünschen sich einen einheitlichen Kommunikationsstandard, um sämtliche Geräte miteinander vernetzen zu können ohne auf Behelfslösungen für die Kommunikation zurückgreifen zu müssen. 8 Nutzer hätten gern eine ganzheitliche Integration der PV-Anlage und dessen Energiespeicher in das Energiemanagement der Gebäudeautomation und 5 Nutzer wünschen sich eine künstliche Intelligenz, die individuell in die Steuerung der Gebäudeautomation eingreifen kann und somit den Komfort sowie die Effizienz des Systems noch weiter steigert. Eine vollständige Auflistung sämtlicher Angaben ist in Anlage B enthalten.

Im Folgenden wird die **Zufriedenheit mit der Systemsicherheit** erläutert. Hierbei sollten die Nutzer ihre Zufriedenheit mit der allgemeinen Sicherheit des verwendeten Systems sowie ihrer Zufriedenheit mit den verwendeten Komponenten einschätzen. Wie in Tabelle 8 zu erkennen ist, fällt diese Zufriedenheit in beiden Bereichen ebenfalls sehr positiv aus.

	sehr unsicher (1)		unsicher (2)		neutral (3)		sicher (4)		sehr sicher (5)		keine Angaben (0)							
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±	1	2	3	4	5
Systemsicherheit	-	-	6x	2,42	38x	15,32	118x	47,58	79x	31,85	7x	4,12	0,76					
Komponentensicherheit	-	-	8x	3,23	50x	20,16	109x	43,95	74x	29,84	7x	4,03	0,81					

Tabelle 8: Angaben der Nutzer zur Systemsicherheit

Bezugnehmend zur Systemsicherheit haben 87,50 % der Nutzer angegeben, dass sie keine Angst vor einer Fremdeinwirkung auf ihr System haben. Zudem ist es bei keinem Nutzer je zu

einem Angriff bzw. zu einem erfolgreichen Versuch gekommen. Die Erfahrungen mit versuchten und nicht erfolgreichen Angriffen konnten durch ein Freitextfeld ergänzt werden. Den wenigen dort abgegebenen Antworten zufolge waren die betroffenen Systeme der Nutzer entweder nicht mit dem Internet verbunden oder nur über ein Virtual Private Network (VPN) zu erreichen, sodass erfolgreiche Angriffe verhindert werden konnten.

Eine zusammenhängende Betrachtung aller aufgeführten Ergebnisse sowie die Interpretation dieser im Hinblick auf die zu Beginn formulierte Forschungsfrage wird in Kapitel 8 dieser Arbeit durchgeführt.

7.2 Auswertung der Antworten von Nichtnutzern

Neben den Nutzern befinden sich unter den insgesamt 439 Teilnehmern der Umfrage 139 Teilnehmer, die angegeben haben über keine Technik zur Gebäudeautomation zu verfügen. Wie zu Beginn von Kapitel 7 beschrieben, haben 6 Nichtnutzer die Umfrage vorzeitig abgebrochen, was zu einer Abbruchquote von 6,47 % führt. Im Ergebnis können somit die Angaben von 133 Nichtnutzern ausgewertet werden.

Die Nichtnutzer wurden lediglich mit denselben demografischen Fragen konfrontiert, wie die Nutzer, um eine Aussage über etwaige Unterschiede im durchschnittlichen Alter oder beispielsweise der Wohnsituation treffen zu können. Außerdem ist es hinsichtlich der Zufriedenheit und den damit einhergehenden Anforderungen an eine Technik zur Gebäudeautomation interessant, abzufragen, warum keine Gebäudeautomation vorhanden ist und **welche Gründe ggf. dagegensprechen**.

In Abbildung 18 sind die Antworten auf diese Frage anhand einer den Teilnehmern vorgegebene Auswahl von Möglichkeiten dargestellt. Das Hauptargument gegen eine Gebäudeautomation ist mit einem Anteil von 45,90 % die Wohnsituation in einem Mietobjekt. 40,60 % der Nutzer sehen außerdem keinen Mehrwert in einer Gebäudeautomation und 36,80 % gaben an, dass die Investitionskosten zu hoch sind. Aufgrund von Sicherheits- und datenschutzrechtlichen Bedenken, die 33,80 % bzw. 33,10 % der Nichtnutzer haben, scheidet eine Gebäudeautomation für sie ebenfalls aus. Weniger von Bedeutung scheinen Bedenken aufgrund eines fehlenden technischen Verständnisses oder der vermeintlich komplizierten Bedienung zu sein.



Abbildung 18: Angaben der Nichtnutzer zu Ablehnungsgründen

Die **Wohnsituation** der Nichtnutzer zeigt einen hohen Anteil an Mietwohnungen, was sich mit dem Hauptgrund der Ablehnung deckt. Der Anteil des Wohneigentums in Form eines Hauses liegt bei nur 38,46 %. Im Vergleich dazu sind es bei den Nutzern einer Gebäudeautomation 82,45 %, die in einem eigenen Haus wohnen.

Eine zusätzlich auffällige Abweichung zu den Merkmalen der Nutzer ist die **Geschlechterverteilung**. Bei den Nichtnutzern waren die Teilnehmer zu 40,46 % weiblich und zu 58,02 % männlich. Im Detail sind die weiteren Ergebnisse der Nichtnutzer dem Anhang C zu entnehmen.

Zuletzt wurden die Nichtnutzer dazu befragt, ob diese sich in naher Zukunft vorstellen könnten, in eine Technik zur Gebäudeautomation zu investieren (siehe Abbildung 19) und ob ihre Meinung durch eine kostenlose Beratung durch einen Fachmann geändert werden könnte.

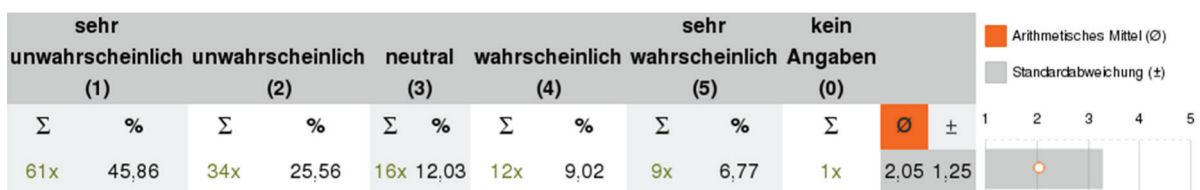


Abbildung 19: Angaben der Nichtnutzer zur zukünftigen Kaufentscheidung

Es ist klar zu erkennen, dass eine künftige Investition bei einem arithmetischen Mittel von 2,05 auf einer Skala von 1-5 überwiegend als *eher unwahrscheinlich* eingestuft wurde. Lediglich 15,79 % der Nichtnutzer halten eine **künftige Investition** für möglich. Das Angebot einer kostenlosen Beratung durch einen Fachmann würde nur bei 21,80 % eine voraussichtliche Meinungsänderung bewirken können.

Analog zu den Ergebnissen der Nutzerbefragung werden die Antworten der Nichtnutzer als Grundlage für die Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf die gestellte Forschungsfrage im folgenden Kapitel 8 verwendet.

Michael Schrader

8 Interpretation der Ergebnisse

Auf Basis der Auswertung der abgegebenen Antworten sowohl von den Nutzern als auch von den Nichtnutzern folgt in diesem Kapitel die Interpretation der Ergebnisse. In erster Linie soll damit die formulierte Forschungsfrage nach der Zufriedenheit von Privatanutzern mit einer Gebäudeautomation beantwortet werden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich die Nutzer über alle Bereiche hinweg als sehr zufrieden mit der Technik zur Gebäudeautomation und deren Funktionen zeigen. Die allgemeine Zufriedenheit fällt mit einem arithmetischen Mittel von 4,01 auf einer Skala von 1 bis 5 positiv aus. Entgegen der Erwartungen ist insbesondere die Zufriedenheit mit der Anpassungsfähigkeit der Gebäudeautomation sehr positiv ausgefallen, da die Nutzer die entsprechende Frage im Durchschnitt mit 4,42 von 5 (*zufrieden bis sehr zufrieden*) bewerteten. Zudem würden 98,4 % aller Nutzer erneut in eine Gebäudeautomation investieren.

Die Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung entspricht demgegenüber eher den Erwartungen und fällt mit einem arithmetischen Mittel von 3,25 (*neutral bis zufrieden*) am schwächsten aus. Sie liegt jedoch trotzdem noch im positiven Bereich. Alle übrigen Abfragen nach der Zufriedenheit haben, wie bereits erwähnt Ergebnisse von *zufrieden bis sehr zufrieden* und demnach ein arithmetisches Mittel oberhalb von 4.

Die Signifikanz der Umfrageergebnisse ist aus folgenden Gründen dennoch als äußerst kritisch zu betrachten. Wie in Kapitel 6 bereits grundlegend erläutert, umfasst die Grundgesamtheit der Stichprobe in Deutschland 18,25 Mio. Personen. Auf Basis dessen beträgt der Stichprobenumfang von 245 Nutzern, die den Fragebogen vollständig beantworteten nur einen Anteil von 0,0013% der Grundgesamtheit.

Hinzu kommt eine nicht zufällig ausgewählte Stichprobe. Die Auswahl der Stichprobe erfolgte vielmehr willkürlich (absichtlich/bewusst), da die Umfrage primär in technischen Internetforen, in hochschulbezogenen Netzwerken sowie im Freundes- und Bekanntenkreis verteilt wurde. Ein Großteil der Teilnehmer verfügt demnach über technisches Fachwissen, stammt aus einem ähnlichen sozialen Umfeld und ist, wie die Ergebnisse in Kapitel 7.2 zeigten zu 91,90 % männlich. Die Teilnehmer der ausgewählten Internetforen haben ihre Anlagen darüber hinaus häufig selbst konzipiert und in Betrieb genommen. Zusätzlich muss der Umstand bedacht werden, dass die Nutzungsdauer bei ca. einem Drittel aller Nutzer unter einem Jahr bis zwei Jahren liegt und somit ebenfalls die objektive Meinung verfälscht sein kann.

Anhand der Auswertung der Ergebnisse von den Nichtnutzern ist ebenfalls davon auszugehen, dass diese entgegen der realen Verteilung ein eher hohes technisches Fachwissen vorweisen

können. Da die Grundgesamtheit der Nichtnutzer mit ca. 64,91 Mio. Personen einen sehr viel größeren Anteil an der Bevölkerung ausmacht, hätten die folgenden Antwortmöglichkeiten bei der Frage nach den Ablehnungsgründen,

- die Bedienung ist mir zu kompliziert (5,30 %)
- mir fehlt das technische Verständnis (8,30 %)
- ich habe davon bisher wenig/noch nie gehört (7,50 %)

deutlich öfter ausgewählt werden müssen als es hier der Fall ist. Stattdessen haben die Nichtnutzer überwiegend angegeben, dass sie zur Miete wohnen und somit sehr eingeschränkt im Einsatz von Technik zur Gebäudeautomation sind oder dass die Investitionskosten zu hoch sind.

Die willkürliche Auswahl der Stichprobe in Form der Verteilung in spezifischen Foren und Netzwerken ist insbesondere der geringen Zeitspanne geschuldet, die für die Erarbeitung und Durchführung der Umfrage im Rahmen einer Bachelorarbeit zur Verfügung stand. Auf diese Weise war es möglich, innerhalb weniger Wochen Nutzer in einem, für die Auswertung angemessenen Umfang zu erreichen. Für eine zufällige Stichprobe über alle Bevölkerungsschichten wären ein deutlich längerer Zeitraum und andere Wege der Adressierung erforderlich gewesen.

Trotz dessen sind die Ergebnisse der Umfrage in dieser Arbeit im Rahmen der deskriptiven Statistik verwertbar, denn mit einem Stichprobenumfang von 245 Nutzern und 133 Nichtnutzern lassen sich durchaus Schlüsse hinsichtlich der Zufriedenheit von technischen versierten männlichen Nutzern mit der Gebäudeautomation ziehen. Die Ergebnisse der Umfrage beinhalten außerdem verwertbare Aussagen über zusätzliche Anforderungen und Wünsche, die im Freitextfeld formuliert werden konnten. Am wichtigsten erschien den Nutzern dabei z. B. eine systemübergreifende Interoperabilität, damit eine Konnektivität zwischen den unterschiedlichsten Geräten ohne Zwischenlösungen herstellbar ist. Das Spektrum an vorhandenen technischen Lösungen zur Implementierung einer Gebäudeautomation wird über die Menge an befragten Nutzern ebenfalls gut deutlich.

In erster Linie sind bei der Auswertung der Ergebnisse Unterschiede zwischen den verschiedenen Übertragungsmedien (kabelgebunden oder drahtlos) erkennbar, weshalb sich das jeweilige Übertragungsmedium als relevantes Merkmal mit Abhängigkeiten zu zahlreichen anderen Merkmalen der Nutzer herausstellt. Es sind vor allem Zusammenhänge zwischen dem Übertragungsmedium und der Zufriedenheit festzustellen. Abhängigkeiten zwischen der

Zufriedenheit und anderen Merkmalen sind aufgrund der generell hohen Zufriedenheit der Nutzer nicht in den Vordergrund getreten und werden deshalb im Folgenden nicht weiter thematisiert.

Durch die Kombination der Abfragen nach dem Übertragungsmedium, den geschätzten Investitionskosten und den verwendeten Marken/Herstellern ist eine Einteilung in die Gruppen kabelgebunden und drahtlos möglich. Bei einem Investitionsaufwand von 5.000 € bis mehr als 10.000 € und einer kabelgebundenen Kommunikation ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass der Teilnehmer eine komplexe vom Fachmann geplante Gebäudeautomation besitzt. In der Investitionsgruppe >500 € bis 4.999 € und einer funkgebundenen Kommunikation (wobei auch hier durchaus mit einer kabelgebundenen Kommunikation gerechnet werden kann) ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Nutzer eine Nachrüstlösung bzw. eine weniger komplexe Gebäudeautomationstechnik besitzt.

Die folgende Tabelle 9 zeigt eine zunehmend über Kabel realisierte Vernetzung ab einer Preisspanne von 5.000 € – 9.999 €, was die zuvor definierte Gruppierung bestätigt. Beispielsweise hatten 58,8 % der Nutzer mit einer kabelgebundenen Gebäudeautomation einen Investitionsaufwand für die Gebäudeautomation von mehr als 10.000 €.

Investitionsaufwand	Anzahl der Nutzer mit kabelgebundener Kommunikation	Anteil der Nutzer mit kabelgebundener Kommunikation
Weniger als 500 €	1	0,6 %
500 € – 900 €	0	0 %
1.000 € – 1.999 €	4	2,3 %
2.000 € - 2.999 €	8	4,5 %
3.000 € - 4.999 €	14	7,9 %
5.000 € - 9.999 €	39	22,0 %
mehr als 10.000 €	104	58,8 %
kann ich nicht einschätzen	7	4,0 %
Summe	177	100 %

Tabelle 9: Investitionsaufwand der Nutzer mit kabelgebundener Kommunikation

Analog zur kabelgebundenen Kommunikation folgt in Tabelle 10 die Darstellung des Zusammenhangs zwischen den Merkmalen Übertragungsmedium und Investitionsaufwand für die Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation. Es wird deutlich, dass eine drahtlose Kommunikation mit einem relativ geringen Investitionsaufwand in Verbindung steht und die Gebäudeautomation demnach sehr wahrscheinlich über eine Nachrüstlösung realisiert wurde. 74,5 %

der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation gaben 1.999 € oder weniger für das gesamte System aus, 21,6 % sogar weniger als 500 €.

Investitionsaufwand	Anzahl der Nutzer mit drahtloser Kommunikation	Anteil der Nutzer mit drahtloser Kommunikation
Weniger als 500 €	22	21,6 %
500 € – 900 €	23	22,5 %
1.000 € – 1.999 €	31	30,4 %
2.000 € - 2.999 €	13	12,7 %
3.000 € - 4.999 €	5	4,9 %
5.000 € - 9.999 €	3	2,9 %
mehr als 10.000 €	4	3,9 %
kann ich nicht einschätzen	1	1,0 %
Summe	102	100 %

Tabelle 10: Investitionsaufwand der Nutzer mit drahtloser Kommunikation

Weiterhin steht die Wohnsituation der Nutzer den Erwartungen entsprechend im Zusammenhang mit der Gruppierung in kabelgebundene und drahtlose Gebäudeautomationstechnik. Eine kabelgebundene Gebäudeautomation kommt demnach fast ausschließlich im Eigentum zum Einsatz, während die drahtlose Gebäudeautomation häufiger im Bereich der Mietobjekte verwendet wird. So gaben 98,76 % der Nutzer mit kabelgebundener Kommunikation an, im Eigentum zu leben.

Dies lässt sich u. a. damit begründen, dass an einem gemieteten Objekt nicht ohne Einverständnis des Eigentümers Eingriffe in die Bausubstanz vorgenommen werden dürfen und diese Investitionen für den Mieter bei einem Umzug verloren wären.⁸⁷ Vielmehr müssten die Vermieter in diese Technik investieren und es den Mietern zur Verfügung stellen. Falls Mieter in einem modernisierten Gebäude wohnen und ihnen eine Gebäudeautomationstechnik zur Verfügung steht, ist außerdem eher zu erwarten, dass sie die Technik im Alltag nutzen und sie sich bei Störungen an den Vermieter wenden. Aus diesem Grund werden sich Mieter nicht so häufig in den technischen Foren informieren, in denen die Umfrage verbreitet wurde und bilden demzufolge einen geringeren Teil der Stichprobe.

Dennoch ist der Anteil an drahtlos kommunizierender Technik zur Gebäudeautomation im Wohneigentum der Nutzer mit 69,41 % recht hoch. Das ist wiederum der Tatsache geschuldet, dass eine kabelgebundene Gebäudeautomation eine dafür vorgesehene Elektroinstallation

⁸⁷ Urteil des AG Mitte 8 C 168/16

benötigt und dessen nachträgliche Veränderung in einem Bestandgebäude hohe Kosten verursacht. Die nachfolgende Abbildung 20 veranschaulicht die Verteilung der Wohnsituation innerhalb der Gruppe mit drahtloser Kommunikation.

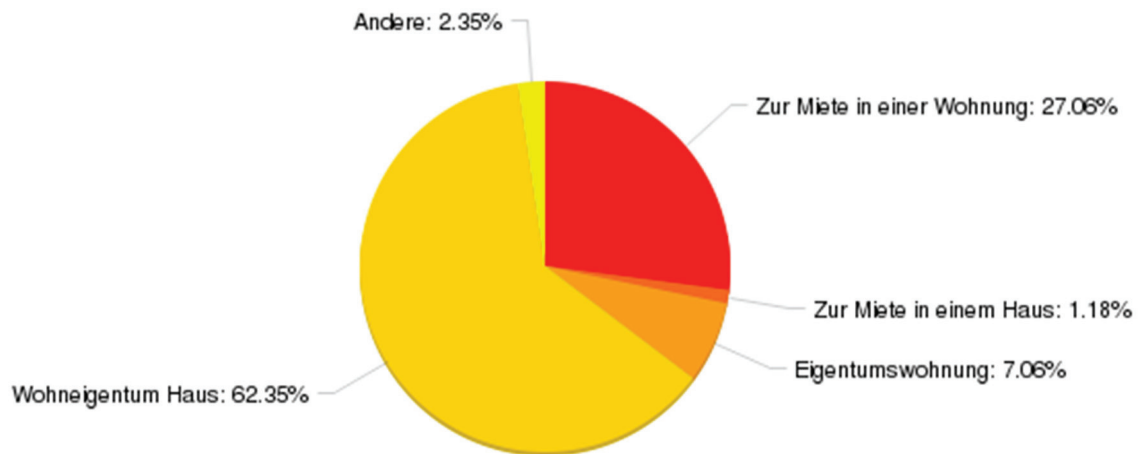


Abbildung 20: Wohnsituation der Nutzer mit drahtloser Kommunikation

Werden die Marken/Hersteller, die zur Auswahl standen mit dem Merkmal des Übertragungsmediums in Verbindung gebracht, dann zeigt sich eine mehrheitliche Zuordenbarkeit der jeweiligen Marken/Hersteller zu einem der beiden Übertragungsmedien (siehe Abbildung 21).

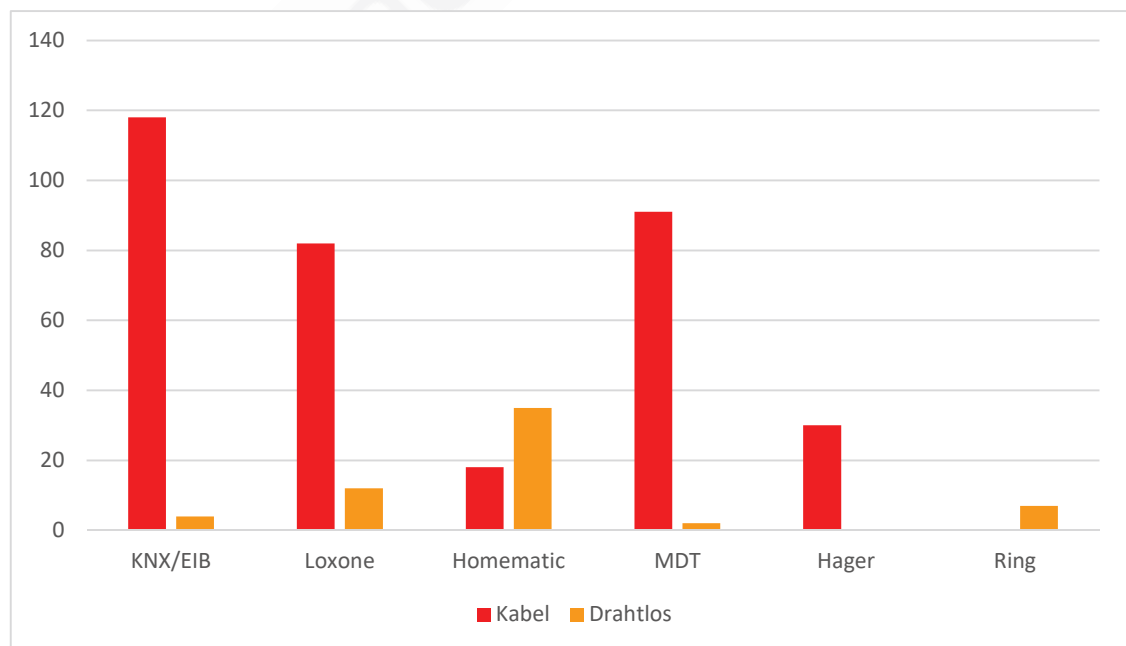


Abbildung 21: Verteilung der Marken/Hersteller im Bezug zur kabelgebundenen und drahtlosen Kommunikation

In diesem Diagramm wird nur ein kleiner Ausschnitt aus den möglichen Antwortmöglichkeiten für eingesetzte Marken und Hersteller dargestellt. Demnach setzen die kabelgebundenen Anwender auf die schon länger am Markt existierenden Hersteller und die drahtlosen Anwender eher auf die neueren Hersteller, die sich einen Namen im Bereich der Nachrüstlösungen gemacht haben.

Es ist insbesondere festzustellen, dass sich die Zufriedenheit der Nutzer in Abhängigkeit vom Übertragungsmedium unterscheidet. Die allgemeine Zufriedenheit mit der Funktionsweise der Gebäudeautomation von den Nutzern, die eine kabelgebundene Kommunikation nutzen ist in Tabelle 11 dargestellt.

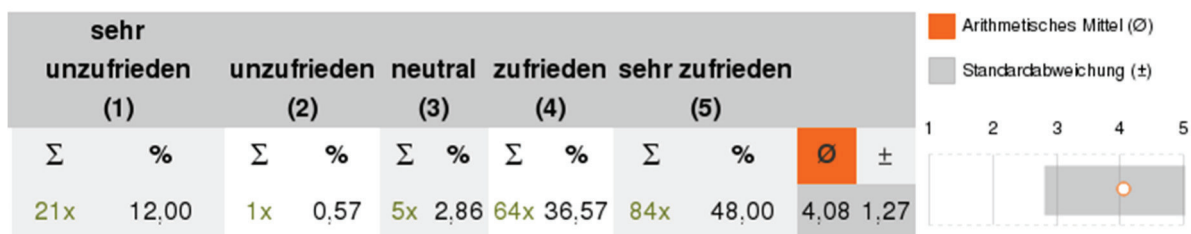


Tabelle 11: Allgemeine Zufriedenheit der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation

Das arithmetische Mittel liegt hier mit 4,08 auf einer Skala von 1-5 bei *zufrieden*. In Kapitel 7.1 wurde diesbezüglich erläutert, dass einige Nutzer lediglich bei der Frage nach der allgemeinen Zufriedenheit angaben *unzufrieden* oder *sehr unzufrieden* zu sein und bei den folgenden Fragen hingegen *neutral* bis *sehr zufrieden* auswählten. Alle würden die Technik außerdem weiterempfehlen bzw. erneut investieren. Unter Berücksichtigung der lediglich 7 von 21 Nutzern, die vermeintlich tatsächlich sehr unzufrieden sind, würde sich ein weitaus positiveres Bild ergeben und das arithmetische Mittel würde eher zwischen *zufrieden* und *sehr zufrieden* liegen.

Zur Gegenüberstellung beinhaltet die folgende Tabelle 12 die allgemeine Zufriedenheit mit der Funktionsweise der Gebäudeautomation seitens der Nutzer, die eine drahtlose Kommunikation verwenden.

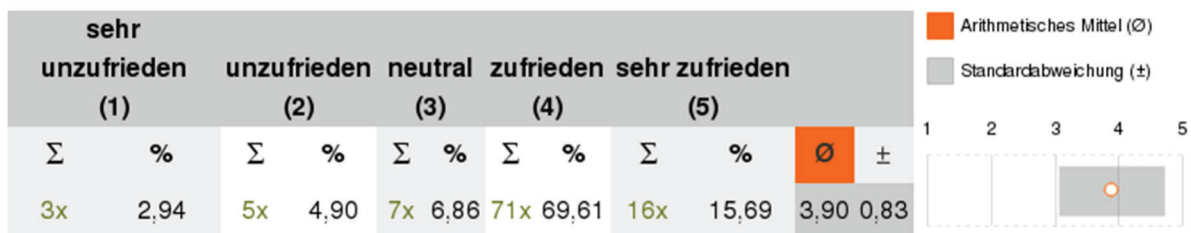


Tabelle 12: Allgemeine Zufriedenheit der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation

Im Ergebnis ist die Gruppe mit einer drahtlosen Gebäudeautomation geringfügig unzufriedener als die Gruppe mit einer kabelgebundenen Kommunikation. Das arithmetische Mittel liegt hier bei 3,90 von 5 und damit ebenfalls bei *zufrieden*, jedoch eher in Richtung *neutral*.

Ein ähnliches Ergebnis resultiert aus der Betrachtung der Zufriedenheit der Nutzer mit den Funktionen in den einzelnen Bereichen Energie, Sicherheit und Komfort in Verbindung mit dem Übertragungsmedium. Eine Gegenüberstellung der errechneten Gesamtdurchschnittswerte hinsichtlich der Zufriedenheit der Nutzer entweder mit kabelgebundener oder drahtloser Kommunikation für die jeweiligen Funktionsbereiche ist in Tabelle 13 dargestellt. Im Detail sind die Daten dem Anhang B zu entnehmen.

Energie	
Kabelgebunden $\bar{x}$	Drahtlos $\bar{x}$
4,30	4,24
Sicherheit	
Kabelgebunden $\bar{x}$	Drahtlos $\bar{x}$
4,36	4,29
Komfort	
Kabelgebunden $\bar{x}$	Drahtlos $\bar{x}$
4,28	4,20

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Nutzerzufriedenheit in den Funktionsbereichen Energie, Sicherheit und Komfort mit einer kabelgebundenen bzw. drahtlosen Kommunikation

Daraus geht hervor, dass die Nutzer, die über eine kabelgebunden Gebäudeautomation verfügen insgesamt zufriedener sind als diejenigen, die über eine drahtlose Gebäudeautomation verfügen. Dies lässt sich u. a. mit der Störungsanfälligkeit begründen. In Tabelle 14 sind die

Angaben der Nutzer zur Häufigkeit von Störungen in den letzten 12 Monaten sowie in Abhängigkeit vom Übertragungsmedium dargestellt:

Störungsaufkommen bei kabelgebundener Kommunikation			Störungsaufkommen bei drahtloser Kommunikation		
Störungen	Anzahl der Nutzer	Anteil der Nutzer	Störungen	Anzahl der Nutzer	Anteil der Nutzer
keine	111	63,4 %	keine	42	41,2 %
1-2	53	30,3 %	1-2	38	37,3 %
3-4	6	3,4 %	3-4	10	9,8 %
5-6	1	0,6 %	5-6	6	5,9 %
mehr als 6	4	2,3 %	mehr als 6	6	5,9 %
Summe	175	100 %	Summe	102	100 %

Tabelle 14: Vergleich des Störungsaufkommens zwischen kabelgebundener und drahtloser Kommunikation

Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Nutzer mit einer kabelgebundenen Gebäudeautomation über deutlich weniger Störungen berichten als die Nutzer mit einer drahtlosen Gebäudeautomation. Für die kabelgebundene Gebäudeautomation kann daraus eine geringere Störungsempfindlichkeit im Vergleich zur drahtlosen Kommunikation abgeleitet werden, was zu einer höheren Zufriedenheit bei den Nutzern führt.

Analog zu den bisherigen Ergebnissen sind die Nutzer mit der kabelgebundenen Kommunikation ebenso zufriedener mit der Anpassungsfähigkeit des Systems als die Nutzer mit der drahtlosen Kommunikation. 70,29 % dieser Nutzer gaben an, mit der Anpassungsfähigkeit sehr zufrieden zu sein. Demnach können sie Anpassung sehr schnell selbständig vornehmen. Das arithmetische Mittel infolge der Verknüpfung der beiden Merkmale liegt bei 4,60 von 5 (siehe Tabelle 15).

sehr unzufrieden (Anpassungen sind sehr aufwändig und können nur von einem Fachmann vorgenommen werden.) (1)		unzufrieden (2)		neutral (3)		zufrieden (4)		sehr zufrieden (Anpassungen kann ich sehr schnell selbständig vornehmen.) (5)		war bisher nicht notwendig (0)		Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$) Standardabweichung ($\pm$)		1 2 3 4 5				
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ		$\bar{x}$	$\pm$					
2x	1,14	3x	1,71	8x	4,57	35x	20,00	123x	70,29	4x		4,60	0,76					

Tabelle 15: Zufriedenheit der Nutzer mit der Anpassungsfähigkeit bei einer kabelgebunden Gebäudeautomation

Im Gegensatz dazu beträgt das arithmetische Mittel hinsichtlich der Zufriedenheit der Nutzer mit der Anpassungsfähigkeit bei einer drahtlosen Gebäudeautomation nur 4,10 von 5, was jedoch trotzdem noch eine hohe Zufriedenheit darstellt.

sehr unzufrieden (Anpassungen sind sehr aufwändig und können nur von einem Fachmann vorgenommen werden.) (1)		unzufrieden (2)		neutral (3)		zufrieden (4)		sehr zufrieden (Anpassungen kann ich sehr schnell selbständig vornehmen.) (5)		war bisher nicht notwendig (0)		Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$) Standardabweichung ($\pm$)		1 2 3 4 5				
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ		$\bar{x}$	$\pm$					
-	-	4x	3,92	17x	16,67	39x	38,24	34x	33,33	8x		4,10	0,84					

Tabelle 16: Zufriedenheit der Nutzer mit der Anpassungsfähigkeit bei einer drahtlosen Gebäudeautomation

Abschließend folgt nun der Vergleich zwischen der Gruppe der kabelgebundenen und drahtlosen Gebäudeautomation in Bezug auf die Zufriedenheit mit der Preisgestaltung der verwendeten Technik. In Tabelle 17 sind die Angaben der Nutzer mit der kabelgebundenen Gebäudeautomation abgebildet. Es resultiert ein arithmetisches Mittel auf einer Skala von 1-5 von 3,16 (*neutral*). Im direkten Vergleich dazu liegen die Ergebnisse der Gruppe der Nutzer

mit der drahtlosen Gebäudeautomation bei einem arithmetischen Mittel von 3,42 von 5 (*neutral* bis *zufrieden*) (siehe Tabelle 18).

sehr unzufrieden (sehr teuer) (1)		unzufrieden (teuer) (2)		neutral (3)		zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis) (4)		sehr zufrieden (günstig) (5)		nicht bekannt (0)		
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±
4x	2,29	32x	18,29	78x	44,57	54x	30,86	7x	4,00	-	3,16	0,85

Tabelle 17: Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung bei einer kabelgebundenen Gebäudeautomation

sehr unzufrieden (sehr teuer) (1)		unzufrieden (teuer) (2)		neutral (3)		zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis) (4)		sehr zufrieden (günstig) (5)		nicht bekannt (0)		
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±
-	-	20x	19,61	31x	30,39	38x	37,25	12x	11,76	1x	3,42	0,94

Tabelle 18: Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung bei einer drahtlosen Gebäudeautomation

Die Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikationstechnik sind demnach zufriedener mit der Preisgestaltung als die Nutzer mit der kabelgebundenen Gebäudeautomation. Dies lässt sich durch die höheren Kosten für die kabelgebundene Technik, die z. B. durch ein KNX- oder Loxone-System entstehen einfach erklären. Für ein Homematic-System, welches über Funk angebunden werden kann, fallen beispielsweise deutlich geringere Anschaffungskosten an.⁸⁸ Insgesamt ist zudem festzustellen, dass die Nutzer von allen gefragten Aspekten mit der Preisgestaltung am wenigsten zufrieden sind, was mit den grundsätzlich hohen Investitionskosten im Vergleich zu einer Standardanlage für die Haustechnik begründet werden kann. Dementsprechend ist die Zufriedenheit mit der Preisgestaltung ebenfalls vom Bildungsstand der Nutzer abhängig. So sind die Hochschulabsolventen aufgrund des vermeintlich höheren Einkommens zufriedener mit der Preisgestaltung als die Nutzer mit einem schulischen Abschluss (siehe diesbezüglich Anlage B).

⁸⁸ Vgl. Jaeger (2019)

Der letzte Aspekt mit deutlich unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den Gruppen der kabelgebundenen und drahtlosen Kommunikation ist die Einschätzung der Nutzer zur Systemsicherheit bzw. zur Komponentensicherheit. Die Gruppe der Nutzer mit einer kabelgebundenen Gebäudeautomation (siehe Tabelle 19) schätzt die allgemeine Systemsicherheit mit einem arithmetischen Mittel von 4,28 von 5 als *sicher* bis *sehr sicher* und die Komponentensicherheit mit einem arithmetischen Mittel von 4,18 ebenfalls als *sicher* bis *sehr sicher* ein. Demgegenüber schätzen die Nutzer mit einer drahtlosen Gebäudeautomation (siehe Tabelle 20) sowohl die Systemsicherheit (arithmetisches Mittel von 3,82 von 5) als auch die Komponentensicherheit (arithmetisches Mittel von 3,76 von 5) als *neutral* bis *sicher* ein.

	sehr unsicher (1)		unsicher (2)		neutral (3)		sicher (4)		sehr sicher (5)		keine Angaben (0)							
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±	1	2	3	4	5
Systemsicherheit	-	-	3x	1,86	14x	8,70	78x	48,45	64x	39,75	2x	4,28	0,70					
Komponentensicherheit	-	-	5x	3,11	24x	14,91	68x	42,24	62x	38,51	2x	4,18	0,80					

Tabelle 19: Einschätzung der Nutzer zur System- und Komponentensicherheit bei einer kabelgebundenen Gebäudeautomation

	sehr unsicher (1)		unsicher (2)		neutral (3)		sicher (4)		sehr sicher (5)		keine Angaben (0)							
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	Ø	±	1	2	3	4	5
Systemsicherheit	-	-	3x	3,45	24x	27,59	40x	45,98	15x	17,24	5x	3,82	0,77					
Komponentensicherheit	-	-	3x	3,45	26x	29,89	41x	47,13	12x	13,79	5x	3,76	0,75					

Tabelle 20: Einschätzung der Nutzer zur System- und Komponentensicherheit bei einer drahtlosen Gebäudeautomation

Unabhängig davon haben alle 245 Nutzer angegeben, dass sie bisher noch nie Opfer eines Angriffs auf ihre Gebäudeautomation geworden sind bzw. kein erfolgreicher Angriff stattgefunden hat. Dennoch haben wiederum 12,5 % aller Nutzer angegeben, dass sie Angst vor einem Angriff auf ihre Gebäudeautomation haben.

Sämtliche Ergebnisse hinsichtlich der Merkmalsausprägungen im Vergleich zwischen Nutzern mit einer kabelgebundenen und einer drahtlosen Kommunikation innerhalb ihrer Gebäudeautomation sind in der folgenden Tabelle 21 zusammenfassend dargestellt.

Nutzer mit einer kabelgebundenen Gebäudeautomation	Nutzer mit einer drahtlosen Gebäudeautomation
Leben tendenziell eher im Eigentum	Leben tendenziell eher zur Miete
Haben tendenziell mehr in die Anlage investiert	Haben tendenziell weniger in die Anlage investiert
Sind insgesamt tendenziell zufriedener	Sind insgesamt tendenziell weniger zufrieden
Haben tendenziell weniger Störungen	Haben tendenziell mehr Störungen
Sind tendenziell zufriedener mit der Anpassungsfähigkeit	Sind tendenziell weniger zufrieden mit der Anpassungsfähigkeit
Sind tendenziell weniger zufrieden mit der Preisgestaltung	Sind tendenziell zufriedener mit der Preisgestaltung
Schätzen die Systemsicherheit tendenziell höher ein	Schätzen die Systemsicherheit tendenziell geringer ein

Tabelle 21: Zusammenfassende Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Nutzer mit kabelgebundener und mit drahtloser Gebäudeautomation

Zusammengefasst ist festzustellen, dass die Nutzer generell eine sehr hohe Zufriedenheit aufweisen und sich diese durch technologische Verbesserungen, welche auf die angegebenen Wünsche der Nutzer zurückzuführen sind, nochmals steigern ließe. Eine geringfügig niedrigere Zufriedenheit ist im Vergleich zu einer kabelgebundenen Automation nur bei den Nutzern einer drahtlos geführten Gebäudeautomation zu beobachten.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend erfolgen an dieser Stelle eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Arbeit und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten bzw. weiteren Forschungsbedarf.

Das Ziel der Arbeit bestand in der Evaluation der Zufriedenheit von Nutzern in Privathaushalten mit der eigenen Technik zur Gebäudeautomation. Vor diesem Hintergrund wurden die drei Hauptbegrifflichkeiten Gebäudeautomation, Smart Home sowie Wohngebäude zur Schaffung eines einheitlichen Verständnisses in Kapitel 2 dieser Arbeit grundlegend definiert. Im Ergebnis entstammt der Begriff Smart Home eher dem umgangssprachlichen Bereich und umfasst deshalb auch kleinere Ausschnitte der umfangreicheren und stark vernetzten technischen Anlagen, wie sie die Gebäudeautomation wiederum beschreibt.

In Kapitel 3 wurde anschließend die historische Entwicklung der Technologie zur Gebäudeautomatisierung thematisiert, die von den Visionen aus den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts bis zum heutigen Stand der Technik reicht.

Daraufhin enthält Kapitel 4 einen Überblick über die technischen sowie funktionalen Grundlagen einer Gebäudeautomation, die für die Nachvollziehbarkeit bestimmter Fragen im Fragebogen sowie deren Auswertung erforderlich sind. Die Funktionen einer Gebäudeautomation lassen sich dabei primär den drei Bereichen Energiemanagement, Sicherheit und Komfort zuordnen. Diese drei Bereiche wurden in der Umfrage ebenfalls wieder aufgegriffen.

Aufbauend auf den dargelegten Grundlagen wurde in Kapitel 5 die Konzeption der Datenerhebung erläutert. Infolge der Zielstellung der Datenerhebung fiel die Entscheidung auf die Methode der Befragung als Möglichkeit der Querschnittsuntersuchung im Rahmen einer deskriptiven Untersuchung. Auf Basis des begrenzten Zeitraums, der für die Durchführung der Datenerhebung zur Verfügung stand kam ausschließlich eine Online-Umfrage mittels eines durch die Teilnehmer selbstauszufüllenden Fragebogens in Betracht. Die Erarbeitung dieses Fragebogens auf der Grundlage von Empfehlungen aus der Fachliteratur hinsichtlich des Aufbaus eines Fragebogens sowie der Formulierung von Fragen wurde anschließend detailliert beschrieben. Mithilfe von Pretests wurden sämtliche Fragestellungen, Antwortmöglichkeiten sowie insbesondere die Bearbeitungsdauer vor dem offiziellen Beginn der Umfrage getestet und optimiert.

Das 6. Kapitel beinhaltet daraufhin die Beschreibung der Adressaten der Umfrage in Form von Nutzern einer Gebäudeautomation als Bestandteil der Stichprobe, aber auch von Nichtnutzern als Vergleichspersonen. Durch die primäre Verteilung der Umfrage in themenbezogenen

Internetforen, in hochschulbezogenen Netzwerken sowie im Freundes- und Bekanntenkreis wurde eine willkürliche (ausgewählte) Stichprobe erzeugt, was vor dem Hintergrund der statistischen Auswertbarkeit im Hinblick auf die Signifikanz der Ergebnisse als kritisch zu betrachten ist. Dies war aufgrund des begrenzten Zeitraums jedoch die einzige Möglichkeit, ausreichend Nutzer von Gebäudeautomationsanlagen für die Umfrage zu gewinnen. Im Ergebnis von Kapitel 6 wurde festgestellt, dass mit einem gewissen Stichprobenumfang dennoch eine Beschreibung der Merkmale befragter Nutzer möglich ist und deren überwiegend sehr gewissenhafte Angaben für die Beantwortung der Forschungsfrage durchaus relevant sind.

In Kapitel 7 wurden dann die Ergebnisse der Umfrage ausgewertet und anschaulich dargestellt. Die Auswertung gliedert sich zunächst in die Antworten von Nutzer und Nichtnutzern. Weiterhin wurden analog zum Aufbau des Fragebogens die drei Bereiche demografische Fragen, Feststellung des IST-Zustands und Zufriedenheit mit dem IST-Zustand unterschieden.

Auf dieser Grundlage enthält Kapitel 8 die Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf die Zielstellung bzw. die zentrale Forschungsfrage der Arbeit. Es ist festzustellen, dass sich die Nutzer über alle abgefragten Bereiche grundsätzlich als zufrieden bis sehr zufrieden zeigen. Lediglich mit der Preisgestaltung der Technik sind sie geringfügig unzufriedener. Basierend auf der Verteilung der Umfrage in technischen Foren sind die Nutzer erwartungsgemäß überwiegend männlich und haben ein fundiertes technisches Fachwissen. Weiterhin leben die Nutzer insgesamt eher im Eigentum. Nutzer, die ein eigenes Haus bzw. eine eigene Wohnung bewohnen haben wiederum häufiger eine kabelgebundene Gebäudeautomation mit einem höheren Investitionsaufwand, die den Ergebnissen zufolge jedoch seltener von Störungen betroffen ist als ein drahtloses (funkgestütztes) System. Deshalb ist es ebenfalls nicht überraschend, dass die Besitzer einer kabelgebundenen Automation, bis auf die Preisgestaltung, in nahezu allen Bereichen zufriedener sind als die Nutzer der drahtlosen Kommunikationsvariante. Insbesondere die im Freitextfeld zu ergänzenden Wünsche und Anregungen für die Verbesserung der Systeme geben einen interessanten Einblick in die unterschiedlichen Anforderungen an eine automatisierte Gebäudetechnik im Privathaushalt.

Die bedeutsamste Barriere für Nichtnutzer in eine Gebäudeautomationstechnik zu investieren stellen die Wohnsituation in Mietobjekten, zu hohe Investitionskosten sowie kein erkennbarer Mehrwert dar. Während sich nur rund 15,8 % der Nichtnutzer vorstellen könnten, zukünftig in eine Gebäudeautomation zu investieren, würden es 98,4 % der Nutzer bei Umzug oder Neubau jederzeit wiederholen.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Nutzung von Gebäudeautomationssystemen in Privathaushalten immer weiter verbreiten wird. Demgegenüber stehen jedoch auch die hohen Kosten sowie die Voraussetzung einer gewissen technischen Affinität der Bewohner. Diese wird mit der zunehmenden Digitalisierung sämtlicher Lebensbereiche in Zukunft allerdings auch die älteren Generationen erreichen, weshalb die Bedienung einer derartigen Technik immer mehr Menschen möglich sein wird.

Heute und in der Zukunft wird bei der Weiterentwicklung der Gebäudeautomation, welche vor ca. 80 Jahren noch eine Vision eines Einzelnen war, das Ziel der Realisierung von *Smart Cities* angestrebt.⁸⁹ Dies soll u. a. eine höhere Effizienz der Verwaltung, mehr Transparenz und Partizipation, das Erreichen konkreter Klimaziele, optimierte Mobilität und Verkehrsabläufe oder die regionale Innovations- und Wirtschaftsförderung durch die Entwicklung und Nutzung digitaler Technologien in fast allen Bereichen auf kommunaler Ebene umfassen.⁹⁰

⁸⁹ Vgl. Aschendorf (2014), S. 989

⁹⁰ Vgl. BBSR (2017), S. 10

Literaturverzeichnis

Allerding (2013)

Allerding, Florian: Organic Smart Home : Energiemanagement für intelligente Gebäude. KIT Scientific Publishing, 2013

Aschendorf (2014)

Aschendorf, Bernd: Energiemanagement durch Gebäudeautomation : Grundlagen – Technologien – Anwendungen. Wiesbaden : Springer Verlag, 2014

BACnet (2020)

BACnet: Tutorial : HMN-Overview. <http://www.bacnet.org/Tutorial/HMN-Overview/sld001.htm>. Tag des Abrufs: 12.11.2020

BBSR (2017)

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.): Smart City Charta : Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. 2017

BitKom (2008)

BitKom: Studienreihe zur Heimvernetzung : Konsumentennutzen und persönlicher Komfort. Band 1, 2008

Bucher (1939)

Bucher, George H.: The Electric Home of the Future. In: Popular Mechanics Magazine, August 1939, S. 161

Bundeskriminalamt (2019)

Bundeskriminalamt: PKS Jahrbuch 2019. Band 1, Version 1.0 Wiesbaden, 2019

Digitalzimmer (2019)

Digitalzimmer: Smarthome-Apps : digitale Kommando-Zentralen.
<https://www.digitalzimmer.de/artikel/wissen/smarthome-apps-digitale-kommando-zentrale/>.
Tag des Abrufs: 20.11.2020

Dittmann (2013)

Dittmann, Frank: Rückblick auf die Anfänge der Elektrifizierung. Berlin – Heidelberg : Springer-Verlag, 2013

Echelon (2009)

Echelon Corporation: Introduction to the LonWorks® Platform. Tag des Abrufs: 12.11.2020

Frank (1990)

Frank, Giesela: Netzwerk-Topologien : Anwenderleitfaden LAN. Braunschweig : Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 1990

Homematic Inside (2019)

Tipps für CCU Einsteiger : Was man beim Umgang mit der CCU beachten sollte.

https://www.homematic-inside.de/media/download/meetup_2019/ccu-einsteiger. Tag des Abrufs: 15.12.2020

Jacob (2020)

Jacob IT Business Next Level: Netzwerk-Know-how : Netzwerk Topologien und Netzwerkaufbau. <https://www.jacob.de/page/netzwerk-know-how-netzwerk-topologien-und-netzwerkaufbau-57931/>. Tag des Abrufs: 15.11.2020

Jaeger (2019)

Jaeger: Home : Blog : Kosten KNX, Homematic, Loxone, LCN, Konventionell im Vergleich. https://jwgi.de/wp-content/uploads/2019/03/Vergleich_KNX_LCN_loxone_Homematic_konventionell.pdf. Tag des Abrufs: 21.12.2020

Kabelscheune (2020)

Kabelscheune: Kabel & Leitungen : NYM Mantelleitung.

<https://www.kabelscheune.de/NYM-Mantelleitung/Mantelleitung-NYM-J-5x10-qmm.html>. Tag des Abrufs: 16.11.2020

Klebsch et al. (2014)

Klebsch, Wolfgang ; Masurkewitz, Julia ; Loskill, Heiko ; Witusch, Torsten ; Heßler, Axel ; Landwehrmann, Till: SMART HOME : IT-Sicherheit und Interoperabilität als Schrittmacher für den Markt. Frankfurt : VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., 2014

KNX-Blogger (2018)

KNX-Blogger: KNX Kabel : Welches ist das Richtige? <https://knx-blogger.de/knx-kabel-welches-ist-das-richtige/>. Tag des Abrufs: 16.11.2020

KNX (2020) a

KNX: Was ist KNX? : Unsere Vorgeschichte. <https://www.knx.org/knx-de/fuer-fachleute/Was-ist-KNX/knx-geschichte/>. Tag des Abrufs: 12.11.2020

KNX (2020) b

KNX: Für Fachleute : Software : ETS5 Professional. <https://www.knx.org/knx-de/fuer-fachleute/software/ets-5-professional/>. Tag des Abrufs: 15.12.2020

KNX (2020) c

KNX: Grundlagenwissen.

https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_de.pdf. Tag des Abrufs: 17.11.2020

Krödel (2016)

Krödel, Michael: Smart Home :Wohngebäude intelligent vernetzt. Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH. Dresden, 2016

Kuß/Eisend (2010)

Kuß, Alfred ; Eisend, Martin: Marktforschung : Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. 3. Auflage Wiesbaden : Gabler, 2010

Lux (2016)

Lux, Heinz: Smarthouse Pro : KNX : Fit für die Zukunft? <https://www.smarthouse-pro.de/gebaeudeautomation/bussysteme/ist-die-knx-technologie-geruestet-fuer-die-zukunft.132683/bild-610420.8.html>. Tag des Abrufs: 14.11.2020

Loeschke/Pourat/Marx (2011)

Loeschke, Gerhard ; Pourat, Daniela ; Marx, Lothar: Barrierefreies Bauen. Band 1. Kommentar zu DIN 18040-1 Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2011

Loxone (2020)

Loxone: Support : Downloads. <https://www.loxone.com/dede/support/downloads/>. Tag des Abrufs: 15.12.2020

Müller-Schloer/Karl/Yehia (2010)

Müller-Schloer, Christian ; Karl, Wolfgang ; Yehia, Sami: Architecture of Computing Systems – ARCS 2010. Berlin-Heidenberg : Springer-Verlag, 2010

Profibus (2020)

Profibus: Pi-Organisation : About Pi. <https://www.profibus.com/pi-organization/about-pi/>.

Tag des Abrufs: 12.11.2020

Statista (2020)

Statista: Digital Market Outlook : Markt Smart Home : Gebiet Deutschland.

<https://de.statista.com/outlook/279/137/smart-home/deutschland#market-globalRevenue>. Tag des Abrufs: 31.12.2020

Statistisches Bundesamt (2019)

Statistisches Bundesamt: Startseite : Themen/Gesellschaft-Umwelt : Bevölkerung :

Bevölkerungsstand. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html)

[Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html). Tag des Abrufs: 30.12.2020

Statistisches Bundesamt (2020)

Statistisches Bundesamt: Startseite : Themen : Gesellschaft und Umwelt : Bevölkerung :

Demografischer Wandel : Zukünftige Bevölkerungsentwicklung.

https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html. Tag des Abrufs: 21.11.2020

Schirmmacher/Hausmann/Arns (2015)

Schirmmacher, Katrin ; Hausmann, Stefan ; Arns, Tobias: Smart Home 2015 : Die optimale Lösung für ihr Zuhause. Band 3. Bonn : Deutsches cleanTech Institut GmbH, 2015

Schneiders/Rehm/Hilger (2018)

Schneiders, Thorsten ; Rehm, Tobias ; Hilger, Lukas: Forschungsstudie SmartHome Rösrath. Nr. 2. Köln : Virtuelles Institute Smart Energy (VISE), 2018

Theobald (2017)

Theobald, Axel: Praxis Online-Marktforschung : Grundlagen – Anwendungsbereiche - Durchführung. Wiesbaden : Springer Gabler, 2017

Wagner/Hering (2014)

Wagner, Pia : Hering, Linda: Online-Befragungen. In: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Bauer, Nina ; Blasius, Jörg (Hrsg.). Wiesbaden : Springer Verlag 2014, S. 661 - 673

Wirkung Lernen (2019)

Wirkung-Lernen: Wirkung Analysieren : Daten erheben : Methoden im Überblick.

<https://www.wirkung-lernen.de/wirkungsanalyse/daten/erhebungsmethoden/>. Tag des Abrufs:
04.01.2021

ZHH (2018)

Zentralverband Hartwarenhandel e.V.: Smart Home: Nischenmarkt mit hohem Potenzial.

https://www.zhh.de/uploads/zhh_information/2018/titel/Smart%20Home.pdf. Tag des Abrufs:
02.11.2020

Verzeichnis verwendeter Normen, Regelwerke und Urteile

- DIN 276 in der Fassung von 12/2018
- DIN EN ISO 16484-1 in der Fassung von 03/2011
- VDI-Richtlinie 3814 Blatt 1 in der Fassung von 01/2019
- NBauO in der Fassung vom 13.04.2012
- AG Mitte, Urteil vom 28.03.2017 – 8 C 168/16

Anhang

Anhang A: Zusätzliche Angaben zur Abfrage des IST-Zustands	Seite 75
Anhang B: Zusätzliche Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit dem IST-Zustand...	Seite 78
Anhang C: Demografische Angaben der Nichtnutzer	Seite 85
Anhang D: Auswertung des Wohnsitzes im Bundesgebiet (Teilnehmer insgesamt).....	Seite 87
Anhang E: Online-Umfrage.....	Seite 89

Michael Schrader

Anhang A: Zusätzliche Angaben zur Abfrage des IST-Zustands

Ergänzend zu Abbildung 13 sind nachstehend alle zusätzlichen, durch die Nutzer ergänzten Marken und Hersteller aufgelistet:

- | | | | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| - 1-Wire | - Enertex | - IO Broker | - Siemens Logo |
| - ABB | - Esera | - iRobot | - SMA SMH 2.0 |
| - Apple HomeKit | - Eufy | - Jung | - SmartLife |
| - Asus | - EVE | - Lingg&Janke | - Somfy |
| - Bab-Tec | - Everhome | - MAX! | - Sonoff |
| - Basalte | - Fhem | - Modbus RTU | - Symcon |
| - Bosch | - FS20 | - Nibe | - Tasmota-Firmware |
| - Brennenstuhl Bre-maticPRO | - Gardena Smart-System | - Elabnet (Timberwolf-Server) | - VarioVent Lüftungssysteme |
| - Buderus | - gedad | - Node Red | - Unifi |
| - Burg Wächter | - Gosund | - Phillips | - TP-Link |
| - DALI | - Griesser | - Phoenix Contact | - Velux |
| - DMX | - Helios | - Roborock | - Wago |
| - Doorbird | - Homee | - RTI | - Weishaupt |
| - E3Dc | - Homematic IP | - Satel | - Wiregate |
| - Edomi | - Honeywell | - Selve | - Xiaomi, Mijia |
| - Nine | - Ikea | - Shelly | - Zigbee |
| - Elsner | - Intertechno | - Siemens | - Z-Wave |

Ergänzend zu Abbildung 14 sind nachstehend alle zusätzlichen, durch die Nutzer ergänzten Funktionen im Bereich Energie aufgelistet:

- | | |
|---|--------------------------------|
| - Anlagenüberwachung (Alarme) | - Photovoltaik-Batterie |
| - Ansteuerung von Verbrauchern, z.B. Waschmaschine für PV-Strom | - Rollladensteuerung |
| - Audioserver | - Sicherheit |
| - Bewässerungssteuerung | - Sicherheit |
| - Datenlogging | - Sicherheitsüberwachung |
| - E3DC | - Solaranlage |
| - Fernschaltung von Energieverbrauchern | - Solarthermie |
| - Garagentorsteuerung | - Sonos Box |
| - Gebäudeenergiemanagement | - Steckdosen |
| - Kontaktüberwachung | - Wetter |
| - Küchengeräte | - Wetterstation mit Trend etc. |
| - Mediensteuerung | - Zutritt |
| - Multiroom | |

Ergänzend zu Abbildung 15 sind nachstehend alle zusätzlichen, durch die Nutzer ergänzten Funktionen im Bereich Sicherheit aufgelistet:

- Alarmanlagensteuerung
- Wetter
- Paniktaster
- Einbruch erfolgt mittels Watchdog
- Steuerung der Alarmanlage Anwesenheitssimulator
- Logiken für z. B. automatische Bewässerungen

Ergänzend zu Abbildung 16 sind nachstehend alle zusätzlichen, durch die Nutzer ergänzten Funktionen im Bereich Komfort aufgelistet:

- Saunasteuerung
- Rollladensteuerung
- Heating, coffee machine warm up and water refill
- Poolsteuerung
- Garagentor
- Bewässerung von Balkon und Außenfenster Pflanzen mittels xioami Flower Sensor und Magnetventile über Loxone.
- Anwesenheitserfassung
- Umweltsensoren (Feinstaub, ...)
- Heizungsregelung
- Zugangskontrolle über Bluetooth
- Türöffner, nur Status

Der in Kapitel 7.1 angesprochene Investitionsaufwand wird nachfolgend in Abbildung 22 detaillierter dargestellt.

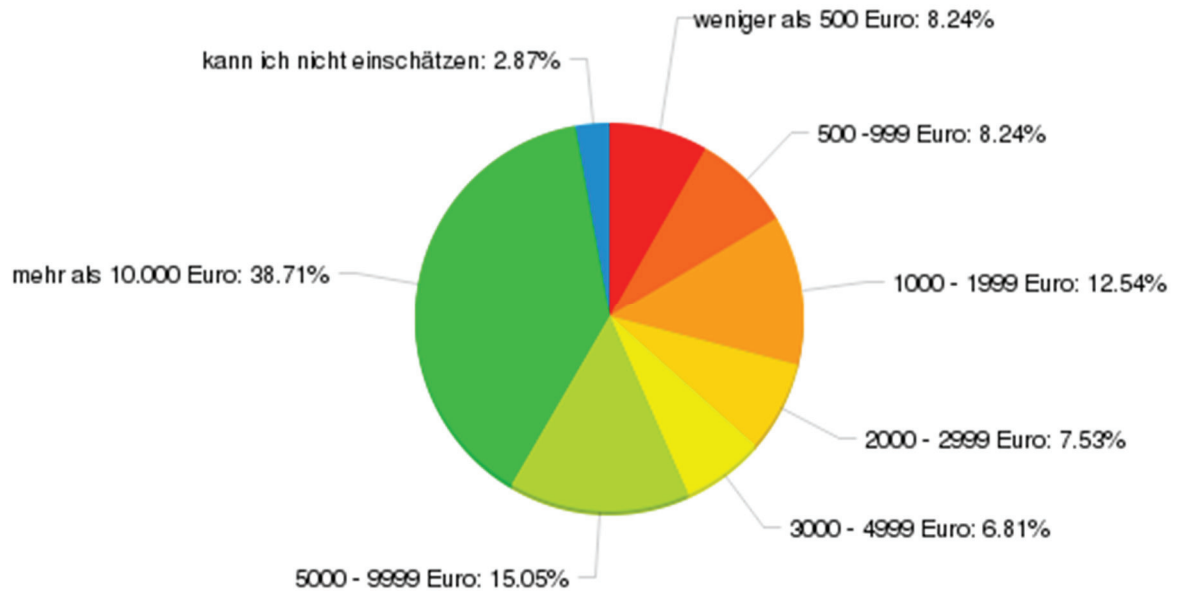


Abbildung 22: Angaben der Nutzer zum Investitionsaufwand

Ergänzend zu Abbildung 17 sind nachstehend alle zusätzlichen Angaben der Nutzer zum erwarteten Nutzen einer Gebäudeautomation aufgelistet:

- Diagramme auswerten
- Eigenes Interesse
- Eigenheim als Testumgebung (Ich bin Elektriker)
- Energieeinsparungen
- Geringerer Meldekette bei Feuer + Wasserschaden
- HCL
- Hobby, Spaß am Entwickeln
- Spaß an der Automatisierung
- Spieltrieb

Anhang B:.....Zusätzliche Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit dem IST-Zustand

Die nachfolgende Tabelle 22, Tabelle 23 und Tabelle 24 zeigt jeweils die Zufriedenheit der Nutzer mit den einzelnen Funktionen in den Bereichen Energie, Sicherheit und Komfort, wiederum zusammenfassend dargestellt in Abbildung 14, Abbildung 15 und Abbildung 16 in Kapitel 7.1.

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)						
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(0)	$\bar{x}$	$\pm$			1	2	3	4	5
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ									
Heizungssteuerung	1x	0,40	6x	2,41	28x	11,24	90x	36,14	80x	32,13	44x	4,18	0,81							
Klimasteuerung	-	-	1x	0,40	15x	6,02	30x	12,05	33x	13,25	170x	4,20	0,79							
Lüftungssteuerung	1x	0,40	4x	1,61	18x	7,23	44x	17,67	42x	16,87	140x	4,12	0,88							
Beschattung	1x	0,40	3x	1,20	11x	4,42	61x	24,50	99x	39,76	74x	4,45	0,74							
Lichtsteuerung	2x	0,80	2x	0,80	7x	2,80	66x	26,40	152x	60,80	21x	4,59	0,68							
Verbraucherüberwachung	-	-	2x	0,80	14x	5,62	65x	26,10	66x	26,51	102x	4,33	0,70							
Smartmeter	-	-	6x	2,41	22x	8,84	29x	11,65	50x	20,08	142x	4,15	0,94							

Tabelle 22: Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)						
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(0)	$\bar{x}$	$\pm$			1	2	3	4	5
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ									
Überwachungskameras	1x	0,40	6x	2,40	21x	8,40	67x	26,80	43x	17,20	112x	4,05	0,84							
Bewegungsmelder	-	-	2x	0,80	15x	6,00	82x	32,80	96x	38,40	55x	4,39	0,68							
Rauch-/Feuermelder	-	-	5x	2,01	24x	9,64	55x	22,09	78x	31,33	87x	4,27	0,83							
Wassermelder	-	-	1x	0,40	9x	3,61	29x	11,65	56x	22,49	154x	4,47	0,71							
Stromkreisüberwachung	-	-	-	-	15x	6,02	41x	16,47	43x	17,27	150x	4,28	0,71							
Tür- und Fensterkontakte	1x	0,40	-	-	12x	4,82	52x	20,88	112x	44,98	72x	4,55	0,67							
Einbruchmelder/Außensire..	-	-	2x	0,80	9x	3,61	29x	11,65	45x	18,07	164x	4,38	0,77							

Tabelle 23: Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)						$\bar{x}$	$\pm$	1	2	3	4	5
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ							
Türöffner und Schlösser	-	-	1x	0,40	8x	3,23	39x	15,73	70x	28,23	130x	4,51	0,66					
Zentrale Steuerung (Visua...	-	-	1x	0,40	17x	6,85	80x	32,26	94x	37,90	56x	4,39	0,67					
Musiksteuerung	1x	0,40	4x	1,61	23x	9,27	68x	27,42	59x	23,79	93x	4,16	0,82					
TV-Steuerung	-	-	7x	2,82	24x	9,68	38x	15,32	32x	12,90	147x	3,94	0,91					
Licht-(Szenen)	-	-	1x	0,40	9x	3,63	79x	31,85	114x	45,97	45x	4,51	0,61					
Saug-, Wisch- und Mährob...	-	-	4x	1,61	15x	6,05	48x	19,35	34x	13,71	147x	4,11	0,80					
Gartenbewässerung	-	-	4x	1,61	8x	3,23	39x	15,73	41x	16,53	156x	4,27	0,80					

Tabelle 24: Vollständige Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort

In Tabelle 25 bis Tabelle 30 werden noch einmal die Bereiche Energie, Sicherheit und Komfort gegenübergestellt. Hier wurden alle drei Bereiche jeweils nach kabelgebunden und drahtlos unterschieden.

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)						$\bar{x}$	$\pm$	1	2	3	4	5
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ							
Heizungssteuerung	1x	0,62	5x	3,09	24x	14,81	61x	37,65	55x	33,95	16x	4,12	0,85					
Klimasteuerung	-	-	1x	0,62	10x	6,17	23x	14,20	27x	16,67	101x	4,25	0,79					
Lüftungssteuerung	1x	0,62	3x	1,85	12x	7,41	40x	24,69	37x	22,84	69x	4,17	0,85					
Beschattung	-	-	2x	1,23	6x	3,70	52x	32,10	84x	51,85	18x	4,51	0,65					
Lichtsteuerung	2x	1,23	2x	1,23	4x	2,47	45x	27,78	105x	64,81	4x	4,58	0,73					
Verbraucherüberwachung	-	-	2x	1,23	7x	4,32	46x	28,40	48x	29,63	59x	4,36	0,70					
Smartmeter	-	-	6x	3,70	17x	10,49	27x	16,67	36x	22,22	76x	4,08	0,95					

Tabelle 25: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$					
Überwachungskameras	-	-	4x	2,47	17x	10,49	48x	29,63	32x	19,75	61x	4,07	0,80					
Bewegungsmelder	-	-	2x	1,23	11x	6,79	61x	37,65	74x	45,68	14x	4,40	0,69					
Rauch-/Feuermelder	-	-	5x	3,09	18x	11,11	42x	25,93	62x	38,27	35x	4,27	0,85					
Wassermelder	-	-	1x	0,62	8x	4,94	25x	15,43	43x	26,54	85x	4,43	0,73					
Stromkreisüberwachung	-	-	-	-	12x	7,41	33x	20,37	34x	20,99	83x	4,28	0,71					
Tür- und Fensterkontakte	1x	0,62	-	-	4x	2,47	38x	23,46	93x	57,41	26x	4,63	0,62					
Einbruchmelder/Außensire...	-	-	-	-	5x	3,09	24x	14,81	35x	21,60	98x	4,47	0,64					

Tabelle 26: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$					
Türöffner und Schlösser	-	-	-	-	6x	3,73	29x	18,01	62x	38,51	64x	4,58	0,61					
Zentrale Steuerung (Visua...	-	-	1x	0,62	11x	6,83	59x	36,65	78x	48,45	12x	4,44	0,66					
Musiksteuerung	-	-	3x	1,86	17x	10,56	49x	30,43	40x	24,84	52x	4,16	0,78					
TV-Steuerung	-	-	6x	3,73	15x	9,32	27x	16,77	15x	9,32	98x	3,81	0,91					
Licht-(Szenen)	-	-	-	-	6x	3,73	58x	36,02	81x	50,31	16x	4,52	0,58					
Saug-, Wisch- und Mährob...	-	-	3x	1,86	10x	6,21	29x	18,01	24x	14,91	95x	4,12	0,83					
Gartenbewässerung	-	-	2x	1,24	5x	3,11	35x	21,74	32x	19,88	87x	4,31	0,72					

Tabelle 27: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer kabelgebundenen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$					
Heizungssteuerung	-	-	1x	1,15	4x	4,60	29x	33,33	25x	28,74	28x	4,32	0,68					
Klimasteuerung	-	-	-	-	5x	5,75	7x	8,05	6x	6,90	69x	4,06	0,80					
Lüftungssteuerung	-	-	1x	1,15	6x	6,90	4x	4,60	5x	5,75	71x	3,81	0,98					
Beschattung	1x	1,15	1x	1,15	5x	5,75	9x	10,34	15x	17,24	56x	4,16	1,04					
Lichtsteuerung	-	-	-	-	3x	3,41	21x	23,86	47x	53,41	17x	4,62	0,57					
Verbraucherüberwachung	-	-	-	-	7x	8,05	19x	21,84	18x	20,69	43x	4,25	0,72					
Smartmeter	-	-	-	-	5x	5,75	2x	2,30	14x	16,09	66x	4,43	0,87					

Tabelle 28: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Energie

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$	1	2	3	4	5
Überwachungskameras	1x	1,14	2x	2,27	4x	4,55	19x	21,59	11x	12,50	51x	4,00	0,94					
Bewegungsmelder	-	-	-	-	4x	4,55	21x	23,86	22x	25,00	41x	4,38	0,64					
Rauch-/Feuermelder	-	-	-	-	6x	6,90	13x	14,94	16x	18,39	52x	4,29	0,75					
Wassermelder	-	-	-	-	1x	1,15	4x	4,60	13x	14,94	69x	4,67	0,59					
Stromkreisüberwachung	-	-	-	-	3x	3,45	8x	9,20	9x	10,34	67x	4,30	0,73					
Tür- und Fensterkontakte	-	-	-	-	8x	9,20	14x	16,09	19x	21,84	46x	4,27	0,78					
Einbruchmelder/Außensire...	-	-	2x	2,30	4x	4,60	5x	5,75	10x	11,49	66x	4,10	1,04					

Tabelle 29: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Sicherheit

	sehr unzufrieden		unzufrieden		neutral		zufrieden		sehr zufrieden		nicht vorhanden	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$	1	2	3	4	5
Türöffner und Schlösser	-	-	1x	1,15	2x	2,30	10x	11,49	8x	9,20	66x	4,19	0,81					
Zentrale Steuerung (Visua...	-	-	-	-	6x	6,90	21x	24,14	16x	18,39	44x	4,23	0,68					
Musiksteuerung	1x	1,15	1x	1,15	6x	6,90	19x	21,84	19x	21,84	41x	4,17	0,90					
TV-Steuerung	-	-	1x	1,15	9x	10,34	11x	12,64	17x	19,54	49x	4,16	0,89					
Licht-(Szenen)	-	-	1x	1,15	3x	3,45	21x	24,14	33x	37,93	29x	4,48	0,68					
Saug-, Wisch- und Mährob...	-	-	1x	1,15	5x	5,75	19x	21,84	10x	11,49	52x	4,09	0,74					
Gartenbewässerung	-	-	2x	2,30	3x	3,45	4x	4,60	9x	10,34	69x	4,11	1,08					

Tabelle 30: Vollständige Angaben der Nutzer mit einer drahtlosen Kommunikation zur Zufriedenheit mit den Funktionen im Bereich Komfort

In Tabelle 31 ist die Zufriedenheit der Nutzer mit der Preisgestaltung für die Techniken einer Gebäudeautomation zu sehen.

	sehr unzufrieden (sehr teuer)		unzufrieden (teuer)		neutral		zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis)		sehr zufrieden (günstig)		nicht bekannt	Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$)		Standardabweichung ($\pm$)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(0)												
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	$\bar{x}$	$\pm$	1	2	3	4	5
Sensoren, Aktoren, Interfa...	4x	1,44	52x	18,77	109x	39,35	92x	33,21	19x	6,86	1x	3,25	0,89					

Tabelle 31: Angaben der Nutzer zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung

Im Folgenden werden die beiden Gruppen mit schulischem Abschluss (Tabelle 32) und Hochschulabschluss (Tabelle 33) anhand der Zufriedenheit der Preisgestaltung mit der verwendeten Technik gegenübergestellt.

sehr unzufrieden (sehr teuer) (1)		unzufrieden (teuer) (2)		neutral (3)		zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis) (4)		sehr zufrieden (günstig) (5)		nicht bekannt (0)								
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ		Ø	±	1	2	3	4	5
2x	1,80	27x	24,32	40x	36,04	34x	30,63	8x	7,21	-		3,17	0,94					

■ Arithmetisches Mittel (Ø)
■ Standardabweichung (±)

Tabelle 32: Angaben der Nutzer mit schulischem Abschluss zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung

sehr unzufrieden (sehr teuer) (1)		unzufrieden (teuer) (2)		neutral (3)		zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis) (4)		sehr zufrieden (günstig) (5)		nicht bekannt (0)								
Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ		Ø	±	1	2	3	4	5
2x	1,83	15x	13,76	40x	36,70	44x	40,37	7x	6,42	1x		3,36	0,87					

■ Arithmetisches Mittel (Ø)
■ Standardabweichung (±)

Tabelle 33: Angaben der Nutzer mit Hochschulabschluss zur Zufriedenheit mit der Preisgestaltung

Nachfolgend sind alle Wünsche der Nutzer aufgelistet, durch die sich eine Steigerung der Zufriedenheit ergeben würde. Dazu zählen Wünsche, die durch die Nutzer selbst umsetzbar sind und Wünsche, welche aufgrund von fehlender Technik aktuell noch nicht umsetzbar sind:

- Autarke Sprachsteuerung und Information (z. B. Siri); - Briefkasten "Es wurde etwas eingeworfen"; - Mülltonne mit Lagesensor "Die Mülltonne wurde geleert"; - Mausefallen; - Türsprechstelle
- Pflanzenbewässerung; - Zugangskontrolle mit RFID Chips
- 1. Automower (aktuell zwar möglich aber zu kompliziert und mit Garantieverlust); 2. Logitech Harmony (aktuell zwar möglich aber nur über Umwege)
- A more global protocol for heating / cooling device communication.; At the moment every brand has it's own protocol :(
- Alle Hersteller die auf ein Produkt Smart schreiben verpflichten ein Kommunikationsweg auch ohne Cloud zu ermöglichen z. B. über Mqtt u. co. .
- Integration Trockner, Waschmaschine und Spülmaschine für eine Kopplung zur PV Energieproduktion
- Integration von Bewässerungssystem
- Kamera Integration in Homematic
- KI zur vollautomatischen Steuerung und Erkennung von Personen anhand von Nutzerverhalten
- Licht Steuerung, Rollladen Steuerung. Verbesserte Verbrauchs Erfassung Strom Wasser Gas. ; Einbruchschutz soll noch kommen.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Anwesenheitssteuerung - Bei einem Neubau würde ich eine komplette Loxone Steuerung integrieren für Rollos, Lüftung, Licht etc. Kostet aber bestimmt 30k Aufpreis. - Beleuchtung - Beschattung. Leider sind beim EFH die Storen nicht an den Strom angeschlossen, die werden noch mechanisch bedient. - Da ich NodeRed auf einem Raspberry nutze und mir alle möglichen Sensoren oder Aktoren mit einem ESP8266 oder ähnlichem integrieren kann wüsste ich nicht, was es noch nicht geben sollte? - E-Auto als (steuerbaren) Pufferspeicher für Solaranlage. Rückspeisung aus E-Auto Akku ins Hausnetz zur Abdeckung von Lastspitzen. Steuerbarer Prozentwert, der im E-Auto Akku verbleiben soll... - Eine wirklich gute offline Sprachsteuerung (ala Snips) - Einfaches Geofencing - Einheitliche Schnittstellen... - elektronische Haustür - elektronischer Türöffner, Intercom - Energiemanagement mit Batteriespeicher, Tiefere Nutzerspezifischere Automation (Anwesenheitserkennung auf Nutzerebene und darauf angepasste Funktionalitäten) - Energiemanagement, Pv Eigenverbrauchsoptimierung - Feuchtigkeitssensoren für die Erde - freiwillige Angaben; Fensterkontakte - Funktion nicht direkt, aber ein Hub das verschiedene Systeme steuern kann und sowohl Google als auch Apple Homekit kompatibel ist. - Funktionen: Verknüpfung mit VR; ; Wunsch: Smart Home Techn. für Süßwasseraquarium (Temperatur, Futter, Sauerstoffgehalt) Status per Tablet einsehen und regulieren | <ul style="list-style-type: none"> - Lüftung - Lüftungssteuerung, Wärmeanforderung an Heizung. - Mähroboter, Heizungssteuerung, Gartenbewässerung - Mehr Automatismus losgelöst von direkten wenn dann Beziehungen, mehr KI auf Daten des realen Nutzerverhalten. - Meine Rauchmelder will ich auf jeden Fall noch ins System integrieren. - Musik, Rauchmelder (auch als Alarmgeber), Gartenbewässerung - nachträglich: Rauchmelder mit Kameraüberwachung - native Anbindung von Hausgeräten an KNX/EIB Bussystem - Offline Sprachsteuerung. - Photovoltaikanlage und Energiesteuerung. - PV-Anlage - PV-Anlage und damit verbunden Wärme, Wallbox laden - Rollläden, Tür - Sprachsteuerung, jedoch nur intern ohne Alexa und Co. - Sprachsteuerung. Künstliche Intelligenz - Temperaturregelung; Zusätzliche Visualisierung - Tür/fensterkontakte und Feuer/rauch/wasser- Melder |
|--|---|

- Fuzzy Logik oder KI mit Vorschlägen zusätzlicher Logiken auf Basis von Statistiken.; Fuzzy Logik oder KI zur Fehlererkennung von ausgefallenen Sensoren/Aktoren; Standardisiertes Kommunikationsprotokoll für Sensoren, Aktoren, Visualisierung und Sprachassistenten
- Gartenbewässerung, Videoüberwachung
- Gut funktionierende Offline-Sprachsteuerung (d.h. etwas das ohne Internetanschluss klarkommt). Bessere Präsenzerkennung wie aktuell ohne Strahlenbelastung möglich. Bessere Integration von Haushaltsgeräten (Waschmaschine, Trockner, Küchengeräte, Staubsaugerroboter), Wallboxen und AV-Technik in die "richtige" Heimautomation (d.h. in meinem Fall KNX).
- Heizungssteuerung
- Heizungssteuerung, sobald neue Anlage verbaut ist
- Hersteller offene Systeme und dadurch eine bessere Auswahl an Sensoren und Aktoren für die persönliche Situation
- Ich habe mir den Traum erfüllt, daher gibt es schon alles.
- Ich möchte zumindest Türöffnung, Abschattung, Hausklingel, Internet und Überwachung gerne in einer App zusammen geführt haben.
- Integration der Steuerung/Regelung von Wärmepumpe, PV-Anlage und Verbrauchern im Haus mit dem Ziel maximalen Eigenverbrauch des PV-Stroms zu erreichen.
- Integration Mähroboter und Saugroboter in KNX, Anbindung Heizungsanlage und Sauna an KNX
- Tür/Fensterkontakte; Bewässerungssteuerung
- Überwachung Garagentor mittels Endschalter auf mein Loxonesystem
- Verbesserte, genormte Schnittstellen, z. B. im Bereich Mäh- und Saugroboter. Denkbar wäre z. B. Modbus TCP/IP.
- WAF analyzer and configurator
- Wäre schön, wenn die Hersteller sich mehr öffnen würden - derzeit muss ich auf Open HAB zurück greifen um alles unter einen Hut zu bekommen
- Wassersensoren zur Leckagen Überwachung kommen noch. Und meinen normalen Wasserzähler von Stadtwerken würde ich gerne Auslesbar machen, aber noch keine Lösung gefunden.
- Wenn es die Zeit zulässt: Bewässerung und Verbraucherüberwachung sowie Smart Meter
- Wir bauen grade neu darum wird alles integriert was wir benötigen!
- Wünsche: breite Auswahl an dimmbaren 24V-LED-Leuchten, HCL-Steuerung für Stehlampen, Interoperabilität von Musik-Anlagen;; noch zu integrieren: Offline-Sprachsteuerung, ; Zukunfts-Wunsch: KI (automatische Optimierung von Szenen)
- Zugriff in diverse Portale: Mail, Diploma FH, etc. zur Abfrage neuer Nachrichten.

Anhang C: Demografische Angaben der Nichtnutzer

Das durchschnittliche Alter aller Teilnehmer, die nicht über eine Gebäudeautomation verfügen liegt nach Bereinigung der Datensätze bei 36,6 Jahren. Dazu wurden die Datensätze der 131 Nichtnutzer auf 128 Datensätze reduziert. Angaben unterhalb von 18 Jahren und oberhalb von 90 Jahren sowie Circa-Angaben und Zeichenfolgen wurden ausgeblendet. Im Vergleich mit den Nutzern liegt der Altersdurchschnitt um 2,3 Jahre niedriger.

Die in Abbildung 23 dargestellte Verteilung der Geschlechter ist im Gegensatz zu den Nutzern ausgeglichener. 40,46 % der teilgenommen Nichtnutzer sind weiblich.

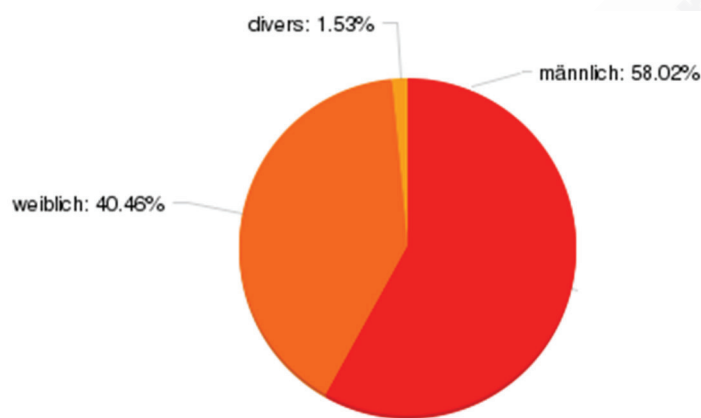


Abbildung 23: Angaben der Nichtnutzer zum Geschlecht

Die Wohnsituation ist in Abbildung 24 dargestellt und zeigt einen hohen Anteil an Mietwohnungen:

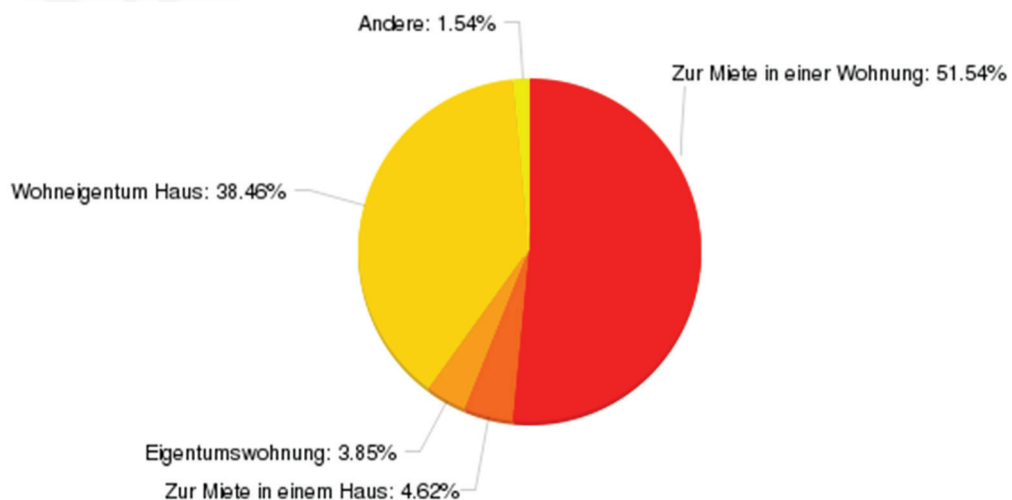


Abbildung 24: Angaben der Nichtnutzer zur Wohnsituation

Die Personenanzahl in den Haushalten der Nichtnutzer (siehe Tabelle 34) ist ähnlich verteilt, wie bei den Nutzern. Nur die Singlehaushalte haben einen etwas höheren Anteil.

Anzahl der Teilnehmer: 130	
Personen im Haushalt	Abgegebene Stimmen
1	23 (17,7%)
2	47 (36,2%)
3	24 (18,5%)
4	24 (18,5%)
<4	12 (9,2%)

Tabelle 34: Angaben der Nichtnutzer zur Personenanzahl im Haushalt

Anhang D: Auswertung des Wohnsitzes im Bundesgebiet (Teilnehmer insgesamt)

Die Auswertung des aktuellen Wohnsitzes der Teilnehmer soll zeigen, ob es Unterschiede zwischen den alten und neuen Bundesländern gibt, da Einkommensunterschiede zwischen Ost und West sowie die Abwanderung der jüngeren Generationen aus den alten in die neuen Bundesländer noch immer aktuell ist. In Abbildung 25 und Abbildung 26 wird die Verteilung auf die Bundesländer dargestellt. Zu den neuen Bundesländern zählen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Im Ergebnis haben die Bewohner der neuen Bundesländer mit 16,93 % bei den Nichtnutzern und 11,84 % bei den Nutzern in einem eher geringen Umfang an der Umfrage teilgenommen.

Wie bereits in Kapitel 5.3 erläutert, wurde bei der Erstellung des Fragebogens nicht berücksichtigt, dass ebenso Teilnehmer aus dem Ausland die Umfrage durchführen könnten. Deshalb ist das Merkmal des Bundeslandes im Rahmen der Ergebnisbetrachtung nicht auswertbar. Beispielsweise befinden sich unter den Teilnehmern, die Bayern als Bundesland des Wohnsitzes angegeben haben auch zahlreiche Personen aus Österreich.

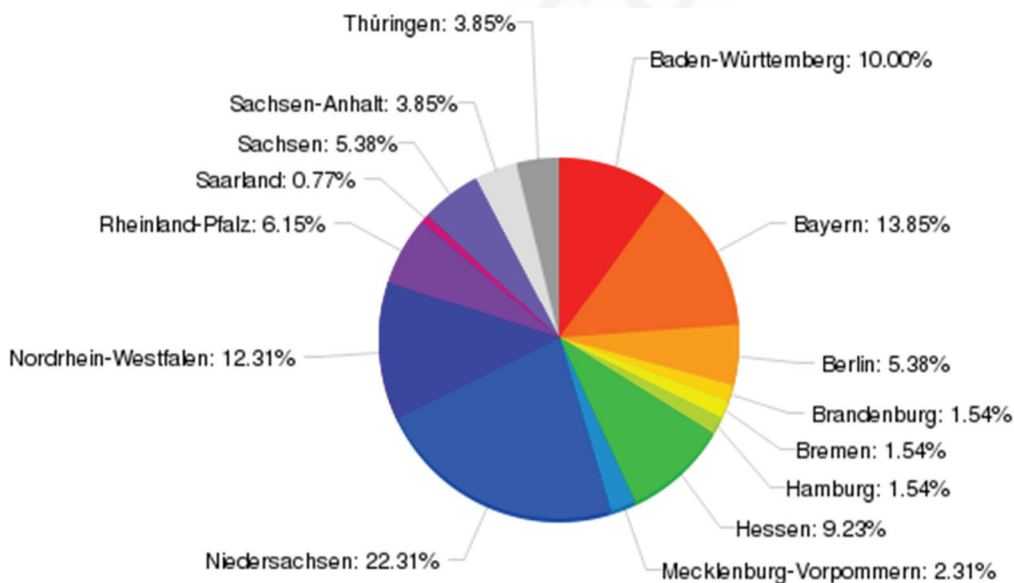


Abbildung 25: Angaben der Nichtnutzer zum Bundesland des Wohnsitzes

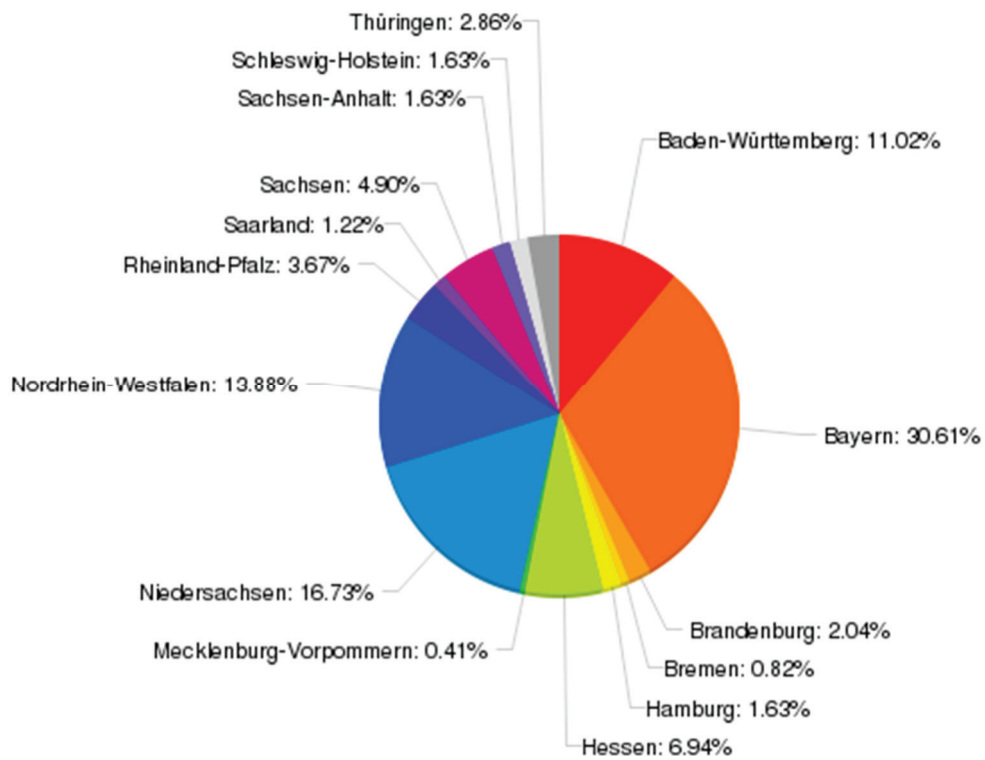


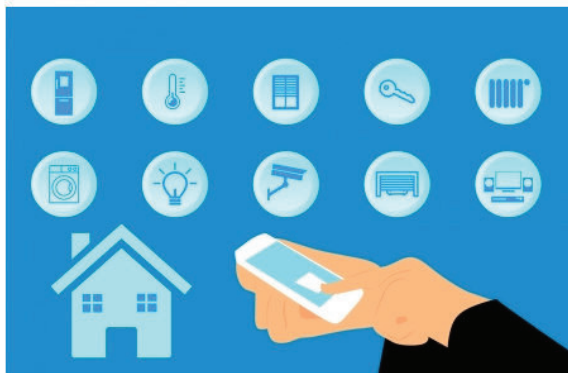
Abbildung 26: Angaben der Nutzer zum Bundesland des Wohnsitzes

Anhang E: Online-Umfrage

Es folgt die Online-Umfrage mit den Fragen für die Nutzer und direkt im Anschluss die Fragen für die Nichtnutzer.

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

0 %

Get Smart

Guten Tag,

mein Name ist Michael Schrader und ich führe im Rahmen meiner Bachelor-Thesis an der Diploma Hochschule eine Umfrage mit dem Ziel durch, die Nutzerzufriedenheit mit Gebäudeautomation in Privathaushalten zu evaluieren. Neben der Nutzerzufriedenheit interessiere ich mich auch für Anforderungen und Wünsche an die Technik zur Gebäudeautomation von Nicht-Nutzern im Allgemeinen. Daher richtet sich diese Umfrage sowohl an Nutzer als auch an Nicht-Nutzer. Ich würde mich freuen, wenn Sie mich dabei unterstützen und diese Umfrage so gewissenhaft wie möglich bearbeiten.

Für Fragen, Hinweise und Anregungen können Sie mich gern per Email unter "schrader-smarthome@gmx.de" kontaktieren.

Die Bearbeitungszeit beträgt ca. 10 Minuten und Ihre Angaben werden anonymisiert verarbeitet.

Für weitere Informationen, steht Ihnen die folgende Webseite zur Verfügung: <https://www.umfrageonline.com/datenschutz>

[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

6 %

Als Gebäudeautomation (Smart Home) bezeichnet man z. B. eine intelligente Steuerung, mit deren Hilfe die Rollläden automatisch herauf und herab gefahren oder die Temperaturen in den einzelnen Räumen geregelt werden.

Verfügen Sie über eine Technik zur Gebäudeautomation (Smart Home) ? *

Wenn Sie mit ja antworten, sollte mind. ein Gerät in Ihrem Haushalt ohne menschlichen Eingriff (automatisch) gesteuert werden können. Bei der alleinigen Verwendung eines Sprachassistenten (z. B. Amazon Alexa, Google Assistant, Apple HomePod, etc.), der auf Zuruf externe Geräte (z. B. Licht, Steckdosen) steuert handelt es sich nicht um eine Gebäudeautomation.

- ☒ ja
☐ nein

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

12 %

Seit wie vielen Jahren verfügen Sie über eine Technik zur Gebäudeautomation? *

- ☐ kürzer als 1 Jahr
☐ 1 - 2 Jahre
☐ 3 - 5 Jahre
☐ 6 - 9 Jahre
☐ 10 Jahre oder länger

Wie sind Ihre Geräte hauptsächlich miteinander verbunden? *

Kabelgebunden - BUS Steuerung (z. B. KNX)
Drahtlos - WLAN/Funk (z. B. Homematic)

- ☐ Kabelgebunden
☐ Drahtlos

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

18 %

Techniken welcher Marken oder Hersteller kommen bei Ihrer Gebäudeautomation zum Einsatz? *

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- | | |
|---|--|
| ☐ KNX/EIB | ☐ Merten |
| ☐ Loxone | ☐ Hager |
| ☐ HomeMatic | ☐ Berker |
| ☐ Creston | ☐ Rademacher |
| ☐ LCN | ☐ Raspberry Pi |
| ☐ Amazon Alexa | ☐ Vaillant |
| ☐ Google Assistant | ☐ Wolf |
| ☐ Apple HomePod | ☐ Vissmann |
| ☐ Philips Hue | ☐ Stiebel Eltron |
| ☐ AVM FRITZ!Box | ☐ Innogy |
| ☐ Netatmo | ☐ RWE |
| ☐ Tado | ☐ Solarwatt |
| ☐ MDT | ☐ Microcontroller (Arduino, etc.) |
| ☐ Gira | ☐ Ring |
| ☐ Busch-Jaeger | |
| ☐ <input type="text"/> | |

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

24 % 

Eine Gebäudeautomation lässt sich in die Kategorien Energie, Sicherheit und Komfort aufteilen, wobei sich diese Kategorien in ihrer Anwendung überschneiden können.

Welche Funktionen im Bereich Energie sind in Ihrer Gebäudeautomation integriert? *

Smartmeter können z. B. den Stromzähler ersetzen und lassen eine permanente Abfrage des Zählerstandes zu. Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- ☐ Heizungssteuerung
- ☐ Klimasteuerung
- ☐ Lüftungssteuerung
- ☐ Beschattung
- ☐ Lichtsteuerung
- ☐ Verbraucherüberwachung
- ☐ Smartmeter
- ☐ Keine der genannten
- ☐

Welche Funktionen im Bereich Sicherheit sind in Ihrer Gebäudeautomation integriert? *

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- ☐ Überwachungskameras
- ☐ Bewegungsmelder
- ☐ Rauch-/Feuermelder
- ☐ Wassermelder
- ☐ Stromkreisüberwachung
- ☐ Tür- und Fensterkontakte
- ☐ Einbruchmelder/Außensirene
- ☐ Keine der genannten
- ☐

Welche Funktionen im Bereich Komfort sind in Ihrer Gebäudeautomation integriert? *

Unter Licht-(Szenen) ist das Auslösen mehrerer Aktionen (z. B. das Schließen der Rollläden mit gleichzeitigem Einschalten gedimmten Lichts) durch einen Knopfdruck zu verstehen.

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- ☐ Türöffner und Schlösser
- ☐ Zentrale Steuerung über ein Tablet (Visualisierung)
- ☐ Musiksteuerung
- ☐ TV-Steuerung
- ☐ Licht-(Szenen)
- ☐ Saug-, Wisch- und Mähroboter
- ☐ Gartenbewässerung
- ☐ Keine der genannten
- ☐

[Zurück](#)[Weiter](#)**Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)**29 % **Welchen Nutzen versprechen Sie sich von der Gebäudeautomatisierung (Smart Home) generell, unabhängig von der bereits vorhandenen Technik in Ihrem Haushalt? ***

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- ☐ Energieeinsparung
- ☐ Komfort und Erleichterung im Alltag
- ☐ Einbruchssicherheit
- ☐ Schutz vor Wasser und Feuer
- ☐ Bei der Entwicklung von neuen Technologien auf dem neusten Stand zu sein
- ☐ Wertsteigerung der Immobilie
- ☐ Nichts davon
- ☐

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)35 % 

Welche Funktionen würden Sie nachträglich noch integrieren wollen oder welche Funktionen wünschen Sie sich, welche es aber noch nicht gibt?

freiwillige Angaben [Zurück](#)[Weiter](#)**Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)**41 % 

Wie hoch schätzen Sie den bisherigen Investitionsaufwand für Ihre Gebäudeautomation? *

- ☐ weniger als 500 Euro
- ☐ 500 -999 Euro
- ☐ 1000 - 1999 Euro
- ☐ 2000 - 2999 Euro
- ☐ 3000 - 4999 Euro
- ☐ 5000 - 9999 Euro
- ☐ mehr als 10.000 Euro
- ☐ kann ich nicht einschätzen

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

47 %

Wie würden Sie Ihre allgemeine Zufriedenheit mit der Funktionsweise Ihrer Gebäudeautomation beurteilen? *

Diese Frage bezieht sich auf Ihre Zufriedenheit insgesamt und nicht auf einzelne Funktionen.

	sehr unzufrieden	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden
Allgemeine Zufriedenheit	☐	☐	☐	☐	☐

Gab es bei Ihnen in den letzten 12 Monaten Störungen oder Ausfälle im Bezug auf die Technik zur Gebäudeautomation? *

- ☐ keine
- ☐ 1 -2
- ☐ 3-4
- ☐ 5-6
- ☐ mehr als 6

Wie zufrieden sind Sie mit der Anpassungsfähigkeit bzw. dem Ändern von Parametern der Gebäudeautomation? *

Bei gewissen Anbietern/Produkten wird eine spezielle Software oder ein Fachmann benötigt.

	sehr unzufrieden (Anpassungen sind sehr aufwändig und können nur von einem Fachmann vorgenommen werden.)	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden (Anpassungen kann ich sehr schnell selbstständig vornehmen.)	war bisher nicht notwendig
Zufriedenheit Anpassungsfähigkeit	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Wie zufrieden sind Sie mit der Preisgestaltung der verwendeten Technik? *

	sehr unzufrieden (sehr teuer)	unzufrieden (teuer)	neutral	zufrieden (gutes Preis-Leistungsverhältnis)	sehr zufrieden (günstig)	nicht bekannt
Sensoren, Aktoren, Interface etc.	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zurück

Weiter

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

53 %

Erinnern Sie sich bitte an die drei Bereiche Energie, Sicherheit und Komfort, bei denen Sie angegeben haben, welche Funktionen Sie in Ihrer Gebäudeautomation nutzen.

Wie zufrieden sind Sie mit den Funktionen im Bereich Energie? *

	sehr unzufrieden	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden	nicht vorhanden
Heizungssteuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Klimasteuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lüftungssteuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Beschattung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lichtsteuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Verbraucherüberwachung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Smartmeter	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐

↓ +1

Michael

Wie zufrieden sind Sie mit den Funktionen im Bereich Sicherheit? *

	sehr unzufrieden	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden	nicht vorhanden
Überwachungskameras	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bewegungsmelder	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Rauch-/Feuermelder	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Wassermelder	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Stromkreisüberwachung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tür- und Fensterkontakte	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Einbruchmelder/Außensirene	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐

⋮ +1

Wie zufrieden sind Sie mit den Funktionen im Bereich Komfort? *

	sehr unzufrieden	unzufrieden	neutral	zufrieden	sehr zufrieden	nicht vorhanden
Türöffner und Schlösser	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zentrale Steuerung (Visualisierung)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Musiksteuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
TV-Steuerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Licht-(Szenen)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Saug-, Wisch- und Mähroboter	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gartenbewässerung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Zurück

Weiter

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

59 %

Haben Sie Angst vor Fremdeinwirkungen auf Ihre Gebäudeautomation? *

Dazu zählen u. a. Angriffe durch Hacker über das Internet sowie durch Einbrecher, die vor Ort Systemschwachstellen ausnutzen.

- ☐ ja
- ☐ nein

Sind Sie bereits Opfer eines Angriffs auf Ihre Gebäudeautomation geworden? Wenn ja, wäre es sehr hilfreich, wenn Sie dies im nächsten Feld kurz beschreiben würden. *

- ☐ ja
- ☐ nein

Beschreiben Sie bitte Ihre Erfahrungen.

freiwillige Angaben

Wie sicher schätzen Sie das von Ihnen verwendete System zur Gebäudeautomation ein? *

Die Systemsicherheit kann evtl. durch kompromittierte Funksignale oder durch Zugriff auf das BUS-System gefährdet sein. Einzelne Komponenten, wie z. B. Überwachungskameras können die Sicherheit gefährden, weil sie nicht durch ein individuelles Passwort gesichert sind.

	sehr unsicher	unsicher	neutral	sicher	sehr sicher	keine Angaben
Systemsicherheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Komponentensicherheit	☐	☐	☐	☐	☐	☐

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

65 %

Würden Sie sagen, dass die Gebäudeautomation in Ihrem Haushalt Ihr alltägliches Leben vereinfacht? *

Unter anderen, Ambient Assisted Living (AAL): Unterstützt Senioren und Menschen mit Handicap dabei, möglichst selbst bestimmt in ihren eigenen vier Wänden zu leben.

- ☐ ja
- ☐ nein

Würden Sie bei einem zukünftigen Umzug oder Neubau erneut in eine Technik zur Gebäudeautomation investieren? *

- ☐ ja
- ☐ nein

Würden Sie anderen empfehlen in eine Technik zur Gebäudeautomation zu investieren? *

- ☐ ja
- ☐ nein

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

71 %

Bitte beantworten Sie zum Schluss noch ein paar persönliche Fragen, die zur besseren Auswertbarkeit der Umfrageergebnisse beitragen sollen.

Geben Sie bitte Ihr Geschlecht an. *

- ☐ männlich
- ☐ weiblich
- ☐ divers

Bitte tragen Sie Ihr Alter ein. *

In welchem Bundesland leben Sie aktuell? *

Bitte geben Sie Ihren höchsten Bildungsabschluss zum Zeitpunkt dieser Umfrage an. *

- ☐ keine Auskunft
- ☐ keinen schulischen Abschluss
- ☐ Hauptschulabschluss
- ☐ Realschulabschluss
- ☐ Fachhochschulreife
- ☐ Abitur
- ☒ Bachelor
- ☐ Master
- ☐ Diplom
- ☐ Staatsexamen
- ☐ Promotion
- ☐

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

76 %

Was beschreibt Ihre Wohnsituation am besten? *☐ Zur Miete in einer Wohnung☐ Zur Miete in einem Haus☐ Eigentumswohnung☐ Wohneigentum Haus☐ **Wie viele Personen leben insgesamt in Ihrem Haushalt? ***☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ mehr als 4[Zurück](#)[Weiter](#)

Beginn der Fragen für die Nichtnutzer

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

82 %

Aus welchen Gründen haben Sie bislang keine Gebäudeautomation bei sich zu Hause installiert? *

Eine Mehrfachauswahl ist möglich.

- ☐ Die Investitionskosten sind mir zu hoch.
- ☐ Der Installationsaufwand ist mir zu hoch.
- ☐ Die Bedienung ist zu kompliziert.
- ☐ Mir fehlt das technische Verständnis.
- ☐ Ich wohne zur Miete.
- ☐ Ich habe Sicherheitsbedenken.
- ☐ Ich habe datenschutzrechtliche Bedenken
- ☐ Ich sehe keinen Mehrwert aus einer Gebäudeautomation.
- ☐ Ich habe davon bisher wenig/noch nie gehört.
- ☐

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie sich in der nächsten Zeit für eine Technik zur Gebäudeautomation (Smart Home) entscheiden werden und diese bei sich zu Hause einrichten? *

	sehr unwahrscheinlich	unwahrscheinlich	neutral	wahrscheinlich	sehr wahrscheinlich	kein Angaben
Kaufentscheidung	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Würde eine kostenlose Beratung durch Fachpersonal Ihre Kaufentscheidung beeinflussen? *

- ☐ ja
- ☐ nein

Zurück

Weiter

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)

88 %

Bitte beantworten Sie zum Schluss noch ein paar persönliche Fragen, die zur besseren Auswertbarkeit der Umfrageergebnisse beitragen sollen.

Geben Sie bitte Ihr Geschlecht an. *

- ☐ männlich
- ☐ weiblich
- ☐ divers

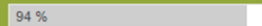
Bitte tragen Sie Ihr Alter ein. *

In welchem Bundesland leben Sie aktuell? *

Bitte geben Sie Ihren höchsten Bildungsabschluss zum Zeitpunkt dieser Umfrage an. *

- ☐ keine Auskunft
- ☐ kein schulischer Abschluss
- ☐ Hauptschulabschluss
- ☐ Realschulabschluss
- ☐ Fachhochschulreife
- ☐ Abitur
- ☐ Bachelor
- ☐ Master
- ☐ Diplom
- ☐ Staatsexamen
- ☐ Promotion
- ☐

[Zurück](#)[Weiter](#)

Nutzerzufriedenheit im Umgang mit Gebäudeautomation (Smart Home)94 %**Was beschreibt Ihre Wohnsituation am besten? ***☐ Zur Miete in einer Wohnung☐ Zur Miete in einem Haus☐ Eigentumswohnung☐ Wohneigentum Haus☐ **Wie viele Personen leben insgesamt in Ihrem Haushalt? ***☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ mehr als 4[Zurück](#)[Fertig](#)

Miche