

Hofer akademische Schriften zur Digitalen Ökonomie

Herausgegeben von Andreas Wagener

Band 6

Julia Riester

Energie 4.0 – Die Digitalisierung der Energiewirtschaft.

**Eine empirische Untersuchung zur verbraucherseitigen Akzeptanz der Smart
Meter Technologie und Implikationen für deren Vermarktung**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Hofer akademische Schriften zur Digitalen Ökonomie

Herausgegeben von Prof. Dr. Andreas Wagener

Professur für eCommerce und Social Media an der Hochschule Hof / University of Applied Sciences

Band 6

Julia Riester

Energie 4.0 – Die Digitalisierung der Energiewirtschaft.

Eine empirische Untersuchung zur verbraucherseitigen Akzeptanz der Smart Meter

Technologie und Implikationen für deren Vermarktung

Der vorliegende Text wurde ursprünglich im Wintersemester 2017/18 als Masterarbeit an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof, Fakultät Wirtschaft, Studiengang Master Marketing Management, eingereicht und betreut durch Prof. Dr. Andreas Wagener, Professur für eCommerce und Social Media

© 2017

Druck und Verlag:

Hochschule Hof, Fachbereich Wirtschaft, Alfons-Goppel-Platz 1, D-95028 Hof

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck oder Vervielfältigung, auch als Übersetzung, ist verboten.

ISBN: 978-3-935565-29-5

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	iv
Tabellenverzeichnis.....	v
1 Einleitung	1
1.1 Relevanz des Themas.....	1
1.2 Problem- und Fragestellung	2
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Aufarbeitung des Forschungsstandes.....	6
3 Grundlagen und theoretische Fundierung.....	12
3.1 Digitalisierung der Energiewirtschaft.....	12
3.1.1 Branchenüberblick	12
3.1.2 Treiber der Veränderungen.....	13
3.1.3 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Energiewirtschaft	17
3.2 Smart Metering in Deutschland	20
3.2.1 Politische Vorgaben als Ausgangspunkt für die Entwicklung.....	20
3.2.2 Funktionsweise intelligenter Messsysteme	22
3.2.3 Mehrwerte des Smart Metering	24
3.2.4 Risiken und Herausforderungen des Smart Meterings	27
3.2.5 Rechtliche Vorgaben zu Datenschutz und Datensicherheit.....	30
3.2.6 Ausgewählte Anbieter und Modelle am deutschen Markt.....	33
3.3 Theoriemodelle Akzeptanzforschung und Adoption von Innovationen.....	36
3.3.1 Einordnung des Akzeptanzbegriffs.....	37
3.3.2 Adoptions- und Diffusionsforschung.....	39
3.3.3 Theorien zur Technologieakzeptanz	41
3.3.4 Ansatzpunkte eines Sustainable Energy Technology Acceptance Model....	44
3.4 Ableitung eines Akzeptanzmodells für die Smart Meter Technologie.....	46
4 Ableitung der Hypothesen	49
5 Methodik.....	52
5.1 Forschungsdesign	52
5.2 Erhebungsinstrument	53
5.2.1 Konstruktion des Fragebogens	53
5.2.2 Operationalisierung und Messung.....	55
5.3 Datenerhebung	60

5.4 Auswertungsmethoden.....	61
6 Ergebnisse	63
6.1 Faktorenanalyse und Reliabilitätstest	63
6.2 Beschreibung der Stichprobe	65
6.2.1 Soziodemografische Merkmale	65
6.2.2 Wohnsituation	66
6.2.3 Clusteranalyse	67
6.3 Prüfung der Fragestellungen und Hypothesen	69
6.3.1 Bekanntheit und Akzeptanz	70
6.3.2 Zusammenhänge des TAMs im Smart Meter Umfeld.....	72
6.3.3 Einfluss der wahrgenommenen Risiken auf die Akzeptanz	75
6.3.4 Einfluss des Umweltbewusstseins und des Energiesparverhaltens.....	78
6.3.5 Einfluss der externen Faktoren auf die Akzeptanz	81
6.3.6 Feedbackpräferenz und Wünsche	87
6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	89
7 Handlungsempfehlungen	91
7.1 Wahrgenommener Nutzen und Motivation der Verbraucher	91
7.2 Wahrgenommene Risiken	92
7.3 Preise und Zahlungsbereitschaft	93
7.4 Positionierung und Differenzierung.....	94
7.5 Kommunikation und Aufklärung.....	95
7.6 Begleitende Akzeptanzforschung	98
7.7 Gesamte strategische Ausrichtung.....	98
8 Fazit	100
8.1 Zusammenfassung.....	100
8.2 Kritische Würdigung	100
8.3 Ausblick.....	103
Literaturverzeichnis.....	105
Anhang	119
Eidesstattliche Erklärung.....	136

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bruttostromerzeugung 2016 in Deutschland nach Energiequellen in Prozent.....	13
Abbildung 2:	Digitaler Versorger der Zukunft (Peters, Mohr, 2015)	19
Abbildung 3:	Beispiel intelligentes Messsystem der Firma Lackmann	22
Abbildung 4:	Systemarchitektur des Smart Meter Gateway mit drei getrennten Schnittstellen.....	23
Abbildung 5:	Powerfox App und In-Home Display der RWE.....	34
Abbildung 6:	EnBW Smart Meter Portal	35
Abbildung 7:	GreenPocket Webportal und App	35
Abbildung 8:	Discovery Verbrauchsportale.....	36
Abbildung 9:	Einflussfaktoren auf den Adoptionsprozess (eigene Darstellung in Anlehnung an Meffert et. al, 2015 und Kittl, 2008)	40
Abbildung 10:	idealtypischer Verlauf der Diffusionskurve nach Rogers	41
Abbildung 11:	Theory of Reasoned Action (Fishbein, Ajzen 1975), Abb. in Anlehnung an Macovei (2015).....	42
Abbildung 12:	Kombinierte Darstellung der TRA und TPB (in Anlehnung an Fishbein, Ajzen, 2005, S. 194).....	42
Abbildung 13:	Zusammenhänge des TAM (Eigene Darstellung Davis 1989, S. 320 ff.).....	43
Abbildung 14:	Theoretisches Rahmenmodell nach Chen et al. (eigene Darstellung in Anlehnung an Chen et. al, 2017)	45
Abbildung 15:	theoretisches Rahmenmodell zur Durchführung der empirischen Untersuchung.....	48
Abbildung 16:	Verteilung nach Alter und Geschlecht in der Stichprobe (n = 291) ...	65
Abbildung 17:	Verteilung der Apn nach der Größe des Hauptwohnsitzes.....	66
Abbildung 18:	Nettoeinkommen und Schulabschluss in der Stichprobe	66
Abbildung 19:	Anzahl der im Haushalt lebenden Personen (n = 290, 1 Ausreißer "27")	67
Abbildung 20:	Bekanntheit der Technologie in der Stichprobe	70
Abbildung 21:	Akzeptanz und Bekanntheit in den vier gebildeten Clustern (Akzeptanz 1 = stimme überhaupt nicht zu, 6 = stimme voll und ganz zu)	71
Abbildung 22:	Häufigkeitsauswertung offene Nennungen - Zu den drei Kategorien sind jeweils die gebildeten Untergruppen und die Häufigkeit der Nennungen innerhalb dieser dargestellt	71
Abbildung 23:	Mittelwerte der Zustimmung zu den einzelnen Items des Faktors PU	75
Abbildung 24:	Positionierung der Cluster auf den Dimensionen wahrgenommenes Risiko und wahrgenommener Nutzen.....	76
Abbildung 25:	Darstellung der Mittelwerte der Zustimmung zu den Items des wahrgenommenen Risikos (6-stufige Skala von "stimme überhaupt nicht zu" bis "stimme voll und ganz zu").....	77

Abbildung 26:	Positionierung der Cluster auf den Dimensionen wahrgenommener Nutzen und Umweltbewusstsein.....	80
Abbildung 27:	Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der Verhaltensintention und der Akzeptanz nach Wohnverhältnis.....	81
Abbildung 28:	Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der Verhaltensintention und der Akzeptanz nach Verantwortlichkeit für Stromrechnung.....	82
Abbildung 29:	Häufigkeit der Zustimmung zu der Aussage "Ich bin bereit für umweltfreundlichere Technologien mehr Geld auszugeben" (1 - stimme überhaupt nicht zu bis 6 - Stimme voll und ganz zu)	84
Abbildung 30:	Mittelwerte der Akzeptanz mit und ohne Kosten nach Altersgruppen	84
Abbildung 31:	Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der Verhaltensintention nach Altersgruppen.....	85
Abbildung 32:	Mittelwerte der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der Akzeptanz nach Schulabschluss	86
Abbildung 33:	wahrgenommener Nutzen, wahrgenommenes Risiko und Verhaltensabsicht nach Einkommensgruppen	87
Abbildung 34:	Häufigkeitsauswertung offene Nennungen - Zu den fünf Oberkategorien sind jeweils die gebildeten Untergruppen und die Häufigkeit der Nennungen innerhalb dieser dargestellt.....	88
Abbildung 35:	Darstellung der Beta-Koeffizienten im entwickelten Forschungsmodell	90

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Vorgaben des GDEW nach § 31, Darstellung in Anlehnung an Eder et. al (2016).....	21
Tabelle 2:	EU Mindestanforderungen an intelligente Messsysteme (in Anlehnung an E&Y, 2013)	23
Tabelle 3:	Übersicht Mehrwerte des Smart Meterings.....	27
Tabelle 4:	Adoptionsprozess nach Rogers (1995) eigene Darstellung in Anlehnung an Kittl (2008)	39
Tabelle 5:	Übersicht über die Modellvariablen, Definition und Quellen.....	48
Tabelle 6:	Überblick externe Faktoren und soziodemografische Merkmale	54
Tabelle 7:	Operationalisierung der Akzeptanz, Quellen: Chen et al. (2017), Toft et al. (2014)	56
Tabelle 8:	Operationalisierung des Wahrgenommenen Nutzens, Quellen: Chen et al. (2017), Toft et al. (2014), Dudenhöffer (2015).....	57
Tabelle 9:	Operationalisierung der Akzeptanz, Quelle: Davis (1989).....	57
Tabelle 10:	Operationalisierung der Einstellung, Quellen: Toft et al. (2014), Shih (2004), Venkatesh und Bala (2008)	58
Tabelle 11:	Operationalisierung des wahrgenommenen Risikos	58

Tabelle 12:	Operationalisierung von Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten, Quellen: Wingert (2014), Ahn et al. (2016), Chen et al. (2017), Macovei (2013), Fleissner, Hahnel, Götz (2014)	59
Tabelle 13:	Operationalisierung der Verhaltensintention	60
Tabelle 14:	Alter und Geschlecht in der Grundgesamtheit und Altersverteilung in der Stichprobe	60
Tabelle 15:	Auszug Faktorenanalyse - Skala Energiesparverhalten.....	64
Tabelle 16:	Clustermittelwerte auf den Faktoren sowie den Variablen Bekanntheit und Akzeptanz *T-Test mit einer Stp. zeigt, einen signifikanten Unterschied des Wertes vom Gesamtmittelwert ($p < 0,01$)	68
Tabelle 17:	Mittelwerte der demografischen Angaben in den Clustern.....	69
Tabelle 18:	Ergebnisse der Regressionsanalyse	72
Tabelle 19:	Ergebnisse der Regressionsanalyse	73
Tabelle 20:	Tabelle der Korrelationskoeffizienten nach Pearson.....	74
Tabelle 21:	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H2a	76
Tabelle 22:	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H2b und H2c	77
Tabelle 23:	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3a	78
Tabelle 24:	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3b	79
Tabelle 25:	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3c	80
Tabelle 26:	Korrelationen mit der Variable "Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Technologien".....	83
Tabelle 27:	Ergebnisse der T-Tests für unabhängige Stichproben für die UV Geschlecht	85

1 Einleitung

1.1 Relevanz des Themas

2016 wurde in Deutschland knapp ein Drittel des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt. In Zukunft wird der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung weiter steigen. So soll im Rahmen der Energiewende bis 2022 auch das letzte deutsche Kernkraftwerk abgeschaltet werden und der Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strom-Mix bis zum Jahr 2050 schon 80 Prozent betragen.¹

Für die Energiewirtschaft bringt dies weitreichende Veränderungen mit sich, die Branche unterliegt einem stetigen Wandel, der unter anderem durch politische Vorgaben vorangetrieben wird. Bei der Branchendefinition orientiert sich diese Arbeit an der Definition der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung, wonach alle Unternehmen, die Energie erzeugen, verteilen oder damit handeln, zur Energiewirtschaft gezählt werden. Sie umfasst damit sowohl Kraftwerks- als auch Netzbetreiber.² Die große Herausforderung für die Akteure der Energiewirtschaft besteht darin, eine sichere Energieversorgung zu gewährleisten und gleichzeitig nachhaltig die Umwelt zu schützen. Die Branche befindet sich dabei in einem Spannungsfeld zwischen drei energiepolitischen Grundzielen - Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Klimaverträglichkeit. Die Erzeugung aus erneuerbaren Energien hängt stark von Wetterlage und Tageszeit ab. Die Stromerzeugung wird dadurch volatil und zunehmend dezentral. Dadurch steigen die Anforderungen an einen stabilen Netzbetrieb und die Koordination von Angebot und Nachfrage. Es wird immer wichtiger die Stromerzeugung, den Verbrauch und die Stromnetze intelligent miteinander zu verknüpfen.³

Die Digitalisierung spielt bei der Erreichung dieser Ziele eine zentrale Rolle. Es ist vom sogenannten „Internet of Energy“ die Rede, Informations- und Kommunikationstechnologien gelten als Schlüsseltechnologien für das zukünftige Energiesystem. Ziel ist es eine sichere und standardisierte Kommunikation in intelligenten Energienetzen zu ermöglichen und für die Zukunft eine Energieversorgung zu etablieren, die auch auf wetterabhängig erzeugten Strom flexibel reagieren kann.⁴ Eine entscheidende Rolle spielen dabei intelligente Messsysteme und moderne Messeinrichtungen – die Smart Meter. Dabei handelt es sich um Stromzähler mit einer digitalen statt elektromechanischen Technologie.

Mit den gesetzlichen Regulierungen trägt die Politik in Deutschland einen großen Anteil zum Fortschritt dieser Entwicklungen bei.⁵ Nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende soll der Einbau von Smart Metern 2017 starten und bis zum Jahr 2032

¹ Vgl. FinanceScout (2017)

² Vgl. GWS (2013/1), S. 3

³ Vgl. BDEW – Presse (2017)

⁴ Vgl. Wunderlich (2013), S. vii

⁵ Vgl. Appelrath, Terzidis, Weinhardt (2012), S. 1

flächendeckend abgeschlossen sein.⁶ Die digitale Infrastruktur soll eine erfolgreiche Verbindung von über 1,5 Millionen Stromerzeugern und Verbrauchern gewährleisten.

Mit der gesetzlichen Einführung der intelligenten Messsysteme soll eine technische Infrastruktur für die Energiewende geschaffen werden. Die Smart Metering Technologie gilt also als „Enabler“ in Richtung einer nachhaltigen, sicheren Energieversorgung.⁷ Sie bringt jedoch nicht nur viele Potenziale hinsichtlich der Erreichung von Umwelt- und Klimazielen mit sich, sondern hat auch für den einzelnen Endverbraucher Vorteile. So sollen die neuen Messsysteme nicht nur für eine sichere Übermittlung der Messdaten an den Versorger sorgen; sie sollen auch beim Endkunden zu einer erhöhten Transparenz über den Stromverbrauch führen. Neben einem besseren Einblick und der Kontrolle über Verbrauchsdaten können neue Anwendungen und Produkte auch helfen, den Energieverbrauch zu senken. Zusätzlich können die Verbraucher z.B. von lastvariablen Tarifen profitieren.⁸ Jedoch gerade bei Verbraucherschützern und Sicherheitsexperten steht die Technologie auch stark in der Kritik – besonders was die Themen Datenschutz und Sicherheit betrifft. Es handelt sich um eine digitale Technologie – viele Verbraucher stehen einer solchen generell mit einer Abwehrhaltung gegenüber. In den Medien wird von einer „Zwangsdigitalisierung“ gesprochen.⁹ Fiktive Szenarien wie in dem Roman „Blackout“ führen vor allem mögliche negative Folgen der Entwicklungen vor Augen.

1.2 Problem- und Fragestellung

Der Rollout Plan sieht vor, dass die Ausstattung mit intelligenten Stromzählern im Herbst 2017 beginnt – es handelt sich also um ein sehr aktuelles und relevantes Thema. Die Energiewirtschaft befindet sich in einem Strukturwandel, die sogenannte digitale Transformation stellt bisherige Geschäftsmodelle in Frage und bringt neue hervor. Für viele dieser Modelle bilden die Smart Meter eine wichtige Basis. Die Technologie birgt viele Potenziale, jedoch setzt deren Verwirklichung eine Integration der Endkunden voraus. Nur eine aktive Beteiligung der Verbraucher kann zu einer vollumfänglichen Nutzung führen:

„Smart Metering Infrastructure is an enabling technology towards consumer empowerment, allowing for consumers’ active participation in the energy market [...]. It’s the consumer’s use of the smart metering system however – and not the infrastructure in itself – that will improve system efficiency and ultimately lead to energy savings.“¹⁰

Dafür sind unter anderem ein Bewusstsein beim Endkunden und die Kenntnis möglicher Funktionen nötig. Zentral für ein Engagement der Nutzer ist die vorhergehende Akzeptanz der Technologie. Insgesamt bestehen bereits eine Vielzahl von Angeboten, welche die Potenziale der Smart Meter z.B. durch Feedbacksysteme für den

⁶ Vgl. Innogy (2017)

⁷ Vgl. Westermann, Döring, Bretschneider (2013), S. 5 ff.

⁸ Vgl. BSI (nd b)

⁹ Vgl. z.B. VZBV (2016)

¹⁰ Vasiljevska, Gangale, Mengolini (2016), S. 1

Verbraucher zugänglich machen. Die Energieversorger gehen langsam dazu über, Digitalisierungsstrategien zu entwickeln und digitale Produkte in das Portfolio aufzunehmen. Auch aus energiefernern Branchen – gerade der Softwareindustrie – gibt es zunehmend Angebote auf dem Markt. Jedoch ist ein Bewusstsein der Verbraucher für die Technologie und eine Akzeptanz dieser die zentrale Voraussetzung für eine aktive Nutzung. So kann das Potenzial nur dann bestmöglich genutzt werden, wenn es von der Bevölkerung auch angenommen wird.

Verschiedene Studien weisen auf eine geringe Bekanntheit der Technologie in Deutschland hin und spiegeln eine ablehnende Haltung in der Bevölkerung wider. So zeigt eine Studie der Forsa aus dem Jahr 2010, dass nur ein geringer Anteil der Befragten weiß, worum es sich bei Smart Metern handelt. Trotz einer hohen Einschätzung der Risiken wird jedoch auch deutlich, dass eine Bereitschaft für Veränderungen vorhanden ist.¹¹

Um eine höhere Akzeptanz und die bewusste aktive Nutzung beim Endverbraucher zu erreichen, ist die richtige Vermarktung der Innovation entscheidend. Die Einführung muss kommunikativ begleitet und mögliche Zusatzgeräte oder Dienstleistungen müssen richtig vermarktet werden. Bei Smart Metern handelt es sich um eine technologische Innovation; auch wenn der Einsatz durch Vorgaben der Politik erzwungen wird, ist die richtige Vermarktung nicht überflüssig. BELZ, SCHÖGEL UND TOMCZAK (2007) z.B. sehen eine enge Verbindung zwischen den Begriffen Marketing und Innovationen. So sollte das Marketing in der Lage sein, Neuerungen im Markt zu etablieren und durchzusetzen.¹²

Insgesamt hat sich im Smart Energy Umfeld bisher gezeigt, dass viele Prognosen zur Marktentwicklung zu optimistisch waren. *„Insbesondere bleibt die Nutzerakzeptanz für diese Innovation bisher noch deutlich hinter den Erwartungen zurück.“*¹³ Vor diesem Hintergrund ist eine Überwindung der rein technischen und wirtschaftlichen Sichtweise wichtig. Eine Betrachtung aus Sicht der Endverbraucher hat auch speziell in Hinblick auf die gesetzlich erzwungene Einführung der Technologie und eine erfolgreiche Vermarktung der Systeme hohe Relevanz.

Anhand dieser Studie sollen Daten zur konsumseitigen Akzeptanz erhoben werden um der Frage nachzugehen, wie der Stand dieser aktuell einzuschätzen ist, welche Einflussfaktoren die Akzeptanz behindern bzw. begünstigen und welche Meinungen zur Technologie herrschen.

Dafür wurden drei Forschungsfragen formuliert:

1.) *Wie hoch ist das Bewusstsein für Smart Meter Technologien und wie hoch die Akzeptanz dieser in Deutschland aktuell?*

2.) *Welche Faktoren haben Einfluss auf die Akzeptanz und die Nutzung der Funktionen von Smart Metern?*

¹¹ Vgl. Forsa (2010)

¹² Vgl. Belz, Schögel, Tomczak (2007), S. 5

¹³ Vgl. Büllingen, Stamm (2016), S.3

3.) Welche Funktionen und Möglichkeiten wünschen sich die Endverbraucher im Hinblick auf Feedback und Kontrolle des eigenen Verbrauchsverhaltens?

Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick über die Technologieakzeptanz in Deutschland zu gewinnen und Implikationen für die Vermarktung und Gestaltung der Smart Meter abzuleiten. Die Ergebnisse sollen helfen, Ansatzpunkte zu finden, die Akzeptanz zu steigern und eine aktivere Nutzung der Technologie voranzutreiben. Es soll ein aktuelles Bild darüber entstehen, welche externen Faktoren Einfluss nehmen, welche Risikofaktoren wie hoch eingeschätzt werden und wie die verschiedenen Nutzungspotenziale zu einer positiven Beurteilung beitragen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die folgende Arbeit zur Untersuchung der verbraucherseitigen Akzeptanz gliedert sich in einen theoretischen sowie einen empirischen Teil, die beide einen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen leisten sollen. Zu Beginn steht die Aufarbeitung des Forschungsstandes in Kapitel 2. Hier wird aufgezeigt, welche Forschungsarbeiten zur Technologieakzeptanz im Umfeld energieeffizienter Technologien und konkret zum Thema Smart Meter bereits durchgeführt wurden. Ausgehend von einem Überblick über den Forschungsstand werden Forschungslücken identifiziert und die durchgeführten Studien kritisch betrachtet. Diese Betrachtung bildet eine der Grundlagen für die Gestaltung und den Aufbau der eigenen empirischen Studie.

Im ersten Teil des Theoriekapitels folgt dann eine Darstellung der Digitalisierung der Energiewirtschaft. Ein Branchenüberblick stellt den aktuellen Stand der Energiewirtschaft dar, zudem wird der Veränderungsprozess der Branche beschrieben und die Auswirkungen der Digitalisierung für die Energiewirtschaft diskutiert. Dieser Überblick führt an das Thema Smart Metering heran und zeigt das Umfeld, in dem die Entwicklung dieser technischen Innovation stattfindet. Aufbauend darauf wird das Smart Metering in Deutschland genauer beleuchtet. Es soll deutlich werden, welche politischen Vorgaben die Entwicklung vorantreiben, wie die intelligenten Messsysteme funktionieren und welche Mehrwerte und Risiken mit Smart Metern verbunden sind. Ein Fokus liegt dabei unter anderem auf den rechtlichen Vorgaben zum Datenschutz und der Datensicherheit. Abschließend werden ausgewählte Modelle und Anbieter am deutschen Markt vorgestellt. Diese Informationen zum Smart Metering sind wichtig für das Grundverständnis der Arbeit und dienen zudem als Grundlage für den Aufbau der empirischen Befragung.

Der erfolgreiche Einsatz von Smart Metering Technologien und darauf basierenden Anwendungen zur Steigerung der Energieeffizienz setzt ein Bewusstsein für die Funktionen und deren Nutzen, und vor allem die Akzeptanz auf Kundenseite voraus. Aus diesem Grund werden im zweiten Teil der theoretischen Fundierung (Kapitel 3.3) die Theorien der Akzeptanzforschung und Modelle zur Adoption von Innovationen erklärt. Diese beschäftigen sich auf verschiedenen Ebenen mit der Verbreitung neuer Produkte und speziell mit den Kriterien der Übernahme und Ablehnung von Innovationen. Besonders das Technologieakzeptanz Modell (TAM) nach Davis steht im Zentrum dieser

Betrachtung. Das Modell sowie darauf basierende Erweiterungen dienen als Grundstruktur für das in Kapitel 3.4 entwickelte Akzeptanzmodell. Ausgehend von Ergebnissen bisheriger Studien, dem aktuellen Stand des Smart Meterings in Deutschland und den vorgestellten theoretischen Modellen wurde ein modifiziertes TAM entwickelt, das der empirischen Untersuchung der Akzeptanz intelligenter Energielösungen auf Basis von Smart Metern beim Endverbraucher zu Grunde gelegt werden kann. Des Weiteren tragen die theoretischen Modelle zur Beantwortung der Forschungsfragen und zur Ableitung der Handlungsempfehlungen bei.

In Kapitel 4 werden anhand der zuvor genannten theoretischen Modelle und Informationen zum Smart Metering Hypothesen zu den drei übergeordneten Forschungsfragen abgeleitet. Dafür wurden zwölf Annahmen zur Prüfung der Zusammenhänge des TAM und weiterer Einflussfaktoren formuliert.

Als Forschungsmethode wurde die quantitative Befragung gewählt. Kapitel 5 beschreibt die Methodik der Studie, dabei wird das Forschungsdesign, die Operationalisierung und Messung, sowie der Ablauf der Datenerhebung beschrieben. Ziel der empirischen Erhebung war es, die Annahmen des entwickelten Modells zu überprüfen und Aussagen zur Akzeptanz der Smart Meter Technologie in Deutschland zu treffen, um abschließend Handlungsempfehlungen abzuleiten. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Studie ausführlich dargestellt und abschließend knapp zusammengefasst.

In Kapitel 7 werden dann aufbauend auf die vorherige Arbeit konkrete Handlungsempfehlungen formuliert, dabei werden Empfehlungen zu den Bereichen wahrgenommener Nutzen und Motivation der Verbraucher, wahrgenommene Risiken, Preise und Zahlungsbereitschaft, Positionierung und Differenzierung, Kommunikation und Aufklärung sowie der gesamten strategischen Ausrichtung ausgesprochen.

In Kapitel 8 wird abschließend ein Fazit gezogen, eine kritische Würdigung der Studie und der verwendeten Forschungsmethode vorgenommen und ein Zukunftsausblick in Theorie und Praxis gegeben.

2 Aufarbeitung des Forschungsstandes

Dieses Kapitel widmet sich der Aufarbeitung des Forschungsstandes im Bereich Smart Metering und soll einen Überblick über die Studien geben, die als Grundlage für ein modifiziertes Akzeptanzmodell und die Operationalisierung der Konstrukte der empirischen Untersuchung dieser Arbeit dienen können. Dabei wird Forschung angeführt, die sich explizit mit dem Smart Metering auseinandersetzt, aber auch Literatur aus der Diffusionsforschung sowie Studien über Erwartungen und Einstellungen der Nutzer herangezogen. Auch Feldversuche und Arbeiten zur Akzeptanz neuer Technologien in verwandten Bereichen werden berücksichtigt. Vor dem Hintergrund der Entwicklung eines eigenen Akzeptanzmodells werden des Weiteren auch empirische Arbeiten zur Akzeptanz im Bereich nachhaltiger Technologien bzw. erneuerbarer Energien einbezogen. Diese werden im Unterkapitel 2.3.4 eingehender betrachtet, da hieraus Implikationen für ein eigenes Modell abgeleitet werden.

VASILJEVSKA, GANGALE UND MENGOLINI (2016) geben in ihrem Paper einen Überblick über Studien zu Einstellungen, Vorlieben und Bedenken europäischer Konsumenten hinsichtlich der Nutzung von Smart Grid Technologien. Dabei nehmen sie besonderen Bezug auf die Rolle der Akzeptanz. Die Analyse der Autoren ergibt, dass generell eine positive Einstellung bei den Verbrauchern gegeben ist, jedoch noch Missverständnisse hinsichtlich Vertrauen und Transparenz bestehen. Diese behindern Involvement und Akzeptanz. Nur wenige der von VASILJEVSKA ET AL. analysierten Studien befassen sich konkret mit dem Einsatz von Smart Metern. Diese kommen zu dem Ergebnis, dass die Kontrolle über die Abrechnungen sowie Kosteneinsparungen zu den Haupttreibern für die Akzeptanz der neuen Technologien in Europa gehören. Weiteres wichtiges Motiv ist der Schutz der Umwelt, speziell in Bezug auf den Klimawandel. Außerdem ergeben die betrachteten Studien, dass besonderes Interesse an der Präsentation der Smart Meter Daten durch Webportale, In-Home Displays oder Smart Apps besteht. Letztendlich zeigte sich über verschiedene Befragungen hinweg, dass die meisten Bedenken die Privatsphäre und den Datenschutz betreffen. Für Europa liegen dahingehend jedoch nur sehr wenige, für Deutschland nahezu keine Ergebnisse vor.¹⁴

NABE ET AL. (2009) befassen sich im Rahmen einer Metaanalyse mit Studien, deren Gegenstand die Akzeptanz von zeit- und lastvariablen Tarifen ist.¹⁵ So zeigt eine Erhebung mittels Telefoninterviews ($n = 1.003$) des IBM Global Business Service (2007), dass die Mehrheit der Befragten bereit wäre, Haushaltsaktivitäten in lastärmere Zeiten zu verlegen, solange damit keine Komforteinschränkungen einher gehen. Außerdem bewerteten 87 Prozent aller Befragten die automatische Ansteuerung bestimmter Geräte als positiv. Motive dabei sind Kosteneinsparungen und der Umweltschutz. Zudem waren insgesamt 63 % der Teilnehmer an einem Anzeigegerät für das Wohnzimmer mit Information zu Stromverbrauch und Preis interessiert.¹⁶

¹⁴ Vgl. Vasiljevskaja et al., (2016), S. 1 f.

¹⁵ Vgl. Nabe, Broderson, Schäffler, u.a. (2009), S. 108 ff.

¹⁶ Vgl. IBM Global Business Services (2007), S. 6 ff.

Mittels einem modifizierten Technology Acceptance Model (TAM, ursprünglich nach Davis, vgl. dazu Kapitel 3.3) untersuchen KRANZ, PICOT UND GALLENKAMP (2010) die Akzeptanz von Smart Metern. Als Einflussfaktoren auf die Akzeptanz werden die wahrgenommene Nützlichkeit, Einfachheit der Nutzung und die subjektive Kontrolle betrachtet. Damit beschäftigt sich die Studie als eine der wenigen konkret mit der Akzeptanz von Smart Metern beim Endverbraucher. Die Befragung ($n = 351$) bestätigte die angenommenen Einflussfaktoren. Im Vergleich zu anderen Studien wird die subjektive Kontrolle dem ursprünglichen Modell nach Davis hinzugefügt. Die Akzeptanz steigt nach diesen Ergebnissen erheblich durch die Kontrolle, die ein Verwender selbst über die Technologie ausüben kann.¹⁷

WUNDERLICH, VEIT UND SARKER (2012) untersuchen mittels einer angepassten Form des TAM Nutzungsintentionen gegenüber der Smart Meter Technologie. In einer Online-Befragung ($n = 933$) zeigte sich, dass bei der Stichprobe Gründe wie umweltschonendes Verhalten wichtiger für die Akzeptanz waren als finanzielle Aspekte und Empfehlungen der Politik. Intrinsische Motivation und Umweltbewusstsein beeinflussten die Intention der Befragten stark. Weiterhin hatte die Variable „Privacy Risk“ keinen negativen Einfluss auf die Adoption der Technologie. Wie das TAM vorhersagt fungierten auch in dieser Studie die wahrgenommene Nützlichkeit und die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung als Einflussfaktoren auf die Adoption.¹⁸

Eine weitere Einflussvariable auf die Akzeptanz beziehen ARKESTEIJN UND OERLEMANS (2003) mit der Einstellung gegenüber der Umwelt mit ein. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die wahrgenommene Umweltverantwortung, ein hohes Wissen über erneuerbare Energien und nachhaltiges Verhalten in der Vergangenheit die Wahrscheinlichkeit der Akzeptanz signifikant erhöhen. Allerdings ist auch hier durch die Beschränkung auf wenige niederländische Haushalte (150) und die mangelnde Aktualität der Untersuchung die Aussagekraft stark eingeschränkt.¹⁹

WUNDERLICH (2013) untersucht im Rahmen einer Befragung von Nutzern sowie Nicht-Nutzern ($n = 932$) welche Faktoren die Adoption der Smart Metering Technologie beeinflussen und zur Nutzungsentscheidung in privaten Haushalten führen. Untersucht wurden die Konstrukte Verhaltensabsicht, Einstellung, wahrgenommene Kontrolle, subjektive Normen, wahrgenommene Wirkung, wahrgenommene Sicherheitsrisiken, die wahrgenommene Usability und der wahrgenommene Nutzen. Insgesamt ergibt die Untersuchung, dass die Einstellung der Nutzer sowie die wahrgenommene Kontrolle die Adoption der Technologien positiv beeinflussen.²⁰

Einflussfaktoren der sozialen Akzeptanz von Smart Metern untersucht die von ESEONU UND COTILLA-SANCHEZ (2014) durchgeführte Befragung. Ziel war es, Treiber für die Akzeptanz zu identifizieren. Hierbei wurde der Fokus auf Vertrauen gegenüber dem Unternehmen, den wahrgenommenen Nutzen und den sozialen Einfluss gelegt. Die

¹⁷ Vgl. Kranz, Gallenamp, Picot (2010), S. 5 f.

¹⁸ Vgl. Wunderlich, Veit, Sarker (2012), S. 8 f.

¹⁹ Vgl. Arkesteijn, Oerlemans (2005), S. 190 ff.

²⁰ Vgl. Wunderlich (2013), S. 63 ff.

Ergebnisse zeigen, dass zwar der Nutzen hoch eingeschätzt wird, jedoch das mangelnde Vertrauen sowie der Einfluss anderer Referenzpersonen die Adoption behindern.²¹

CHOU UND YUTAMI (2014) befassen sich mit der Neigung von Privatpersonen zur Nutzung der neuen Messtechnologie. Befragt wurden 400 Haushalte in Indonesien, um akzeptanzbegünstigende Faktoren herauszufinden. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die wahrgenommene Nützlichkeit, die Einfachheit der Nutzung sowie die wahrgenommenen Risiken die Akzeptanz beeinflussen. Damit bestätigen sie die Übertragbarkeit des TAM auf die Smart Meter Technologie.²²

Eng verbunden mit der Akzeptanzforschung ist die Frage nach der Diffusion neuer Technologien. WOLLING UND ARLT (2013) untersuchten die Diffusion der Smart Meter Idee, der Schwerpunkt lag dabei auf der Kenntnisnahme und Evaluation der Innovation durch die Befragten. Eine, der Befragung vorangehende, Medienanalyse zeigte, dass das kommunikativ vermittelte Bild über die Technologie als wichtige Voraussetzung für einen Adoptionsprozess fungiert. Die Studie zeigt weiterhin, dass Transparenz und Einsparpotenzial (Kosten und Energie) als Begründung für die Nutzung am häufigsten genannt wurden, ebenfalls häufig war die Nennung der Lastgangverschiebung und der Verbrauchervorteile durch die lastvariablen Tarife und automatisierte Steuerung. Seltener erwähnt dagegen wurde die Einbindung erneuerbarer Energien und Umweltaspekte. Die meistgenannten Nachteile aus Verbrauchersicht sind die entstehenden Kosten beim Einbau und die Frage der Datensicherheit (Menge und Detailgenauigkeit). In der Panelbefragung mittels Telefoninterview betrug die Bekanntheit des Begriffs Smart Meter 2011 32 Prozent ($n = 543$). Die Nützlichkeit der Funktionen wurde von knapp der Hälfte der Befragten als „sehr nützlich“ bewertet (Verbrauchsinformation: 48 Prozent, variable Tarife: 45 Prozent, Automatisierungsfunktion: 45 Prozent). Bedenken bezüglich des Datenschutzes wurden lediglich von 6 Prozent geäußert. Außerdem wurden Anschaffungsbereitschaft (45 Prozent) und Zahlungsbereitschaft (26 Prozent) erhoben.²³

Der Erfolg einer technischen Innovation hängt wesentlich vom tatsächlichen Verhalten der Verbraucher ab. Jedoch liegen nur wenige empirisch fundierte Erkenntnisse hinsichtlich der Erwartungen und Einstellungen dieser gegenüber dem Smart Metering vor. Eine Marktforschungsstudie der Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen (2010) untersucht Erfolgsfaktoren von Smart Metering aus Verbrauchersicht mit dem Ziel Interessen, Anforderungen und Bedenken zu identifizieren. Die Bekanntheit der Zähler war dabei bei den Befragten ($n = 1027$) sehr gering, nach einer Erklärung standen jedoch nur 19 Prozent der Befragten einer Nutzung skeptisch gegenüber, während 72 Prozent sich diese gut vorstellen konnten. Der größte Teil sieht den Vorteil in einer besseren Kontrolle, gefolgt von Einsparmöglichkeiten. Als Nachteil wurde am

²¹ Vgl. Eseonu, Cotilla-Sanchez (2014), S. 79

²² Vgl. Chou, Yutami (2014), S. 336 ff.

²³ Vgl. Wolling, Arlt (2013), S. 35 ff.

häufigsten der Datenschutz genannt.²⁴ Ein ähnliches Vorgehen verfolgt PROFIJT (2010). Der Autor führt eine Sekundäranalyse durch und identifiziert Bevölkerungssegmente, die eine hohe Energiesparbereitschaft aufweisen und leitet ab, mit welchen energiebezogenen Informationen diese angesprochen werden können. Dabei wurden drei Sinus-Milieus identifiziert (Postmaterielle, Etablierte und Konservative), für die eine Ansprache für den Einsatz von Smart Metern am erfolgversprechendsten angenommen wird und jeweils entsprechende Angebotsstrategien abgeleitet.²⁵

REBBELMUND UND RÜBSAM (2010) diskutieren Erwartungen von Kunden an den Energieversorger, welche die Einführung des Smart Metering begünstigen. Genannt werden Preisstabilität, eine umweltschonende Energieversorgung, sowie einen Mehrwert in der Energienutzung.²⁶ Insgesamt handelt es sich jedoch bei solchen Analysen wie der Genannten hauptsächlich um objektive, wirtschaftliche Kosten-Nutzen Abwägungen. So setzen z.B. auch CAUSEMANN & LÖFFLER (2010) Verbrauchervorteile wie die Transparenz des Energieverbrauchs, die Erhöhung des Energiebewusstseins und Kosteneinsparungen den Investitionskosten gegenüber.²⁷ Solche Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Kosten-Nutzen Analysen belegen im Konsens einen positiven Gesamtnutzen der Technologie.²⁸

Zu den möglichen Einsparungspotenzialen durch smarte Feedbacksysteme liegen ebenfalls Forschungsbefunde vor, die allerdings je nach Autor zwischen zwei und 20 Prozent variieren. VINE, BUYS UND MORRIS (2013) kommen außerdem zu dem Ergebnis, dass auch bestimmte Merkmale wie die Häufigkeit und Unmittelbarkeit der Informationen die Effektivität erhöhen.²⁹

WOLDEAB (2014) ermittelt mit einer Conjoint-Analyse ($n = 400$) welche Leistungen und Eigenschaften im Kontext von Smart Metern für Energiekunden als nutzenstiftend betrachtet werden. Dabei wurde zwischen funktionalem Nutzen, finanziellem Nutzen, Prozessnutzen, emotionalem Nutzen und sozialem Nutzen unterschieden, wobei der finanzielle Nutzen für die Befragten den größten Anteil (über 60 %) ausmachte.³⁰

KOLLMANN UND MOSER (2014) untersuchen mittels einer quantitativen und qualitativen Literaturanalyse über verschiedene Feldtests und Demonstrationsprojekten welchen Beitrag das Smart Metering zur Erreichung von Energie- und Klimazielen leisten kann. Die erzielten Einsparpotenziale lagen lediglich zwischen 0 und 4,5 Prozent, hauptsächlich begründet in der geringen Nutzung durch die Verbraucher. Zudem kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass nur eine geringe Zahlungsbereitschaft für Verbrauchs-

²⁴ Vgl. Forsa (2010), S. 20 ff.

²⁵ Vgl. Profijt (2010), S. 40 ff.

²⁶ Vgl. Rebbelmund, Rübsam (2010), S. 71 ff.

²⁷ Vgl. Causemann, Löffler (2010), S. 16 ff.

²⁸ Vgl. z.B. PwC Österreich (2010)

²⁹ Vgl. z.B. Abrahamse, Steg, Vlek, u.a. (2005), S. 273 ff., S. 273 ff.; Vine, Buys, Morris (2013), S. 10 f.

³⁰ Vgl. Woldeab (2014), S. 174 ff.

feedback-Systeme gegeben ist. Technikinteresse sowie Interesse an Umwelt- und Energiethemen erhöhten Einsparungspotenziale und Zahlungsbereitschaft.³¹

In unterschiedlichen Feldstudien und Pilotprojekten wurde der Einsatz von Smart Metern und die Ergebnisse der Nutzung analysiert. Beispielhaft sei ein Pilotprojekt für den Smart Meter Einsatz genannt: HARGREAVES, NYE UND BURGESS (2010) untersuchen die Nutzung und Auswirkung von Smart Metern in 15 britischen Haushalten, die mit einem visuellen Feedbacksystem ausgestattet wurden. Identifiziert wurden vier Hauptmotive zur Teilnahme an der Studie, wobei die Kosteneinsparung den größten Anteil betrug. Als zweites wurden Umweltgründe genannt, gefolgt von dem Wunsch nach mehr Transparenz über den Energieverbrauch und dem Technikinteresse. Genutzt wurde hauptsächlich die Anzeige des täglichen Verbrauchs, gefolgt von der Überprüfung, welches Gerät welchen Energieverbrauch verursacht. Insgesamt wurde durch das Gerät ein höheres Bewusstsein für den Energieverbrauch und für Einsparpotenziale geschaffen.³² DÖRING UND EXNER (2013) untersuchen im Rahmen des RESIDENS Projekts über zwei Jahre hinweg die Nutzung von Smart Metern in ausgewählten Privathaushalten in Verbindung mit einem Internetportal zur Darstellung des Stromverbrauchs und einem zeitvariablen Tarif. Die Evaluation dieses Projekts zeigt folgende Ergebnisse: Die Nutzer erhofften sich durch den Einsatz der Technologie höhere Transparenz und einen besseren Überblick, diese Vorteile wurden von der Mehrheit am Ende des Projekts bestätigt. Allerdings ergibt die Studie, dass hauptsächlich die Anzeige des Stromverbrauchs genutzt wurde, jedoch kaum die Funktionen hinsichtlich Energieeffizienz und CO₂-Emissionen. Auch in dieser Untersuchung waren Transparenz und Kontrolle des Stromverbrauchs die Hauptnutzungsmotive der Auskunftspersonen.³³ Solche qualitativen Feldstudien zeigen Nutzungspotenziale der Smart Meter auf, jedoch handelt es sich in jedem Fall um sehr spezifische und kleine Stichproben, wodurch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Allgemeinheit nicht möglich ist.

Neben Forschungsarbeiten, die sich konkret mit dem Thema Smart Metering beschäftigen, geben auch Akzeptanzstudien in verwandten Themenbereichen Erkenntnisse über Einflussfaktoren und Zusammenhänge auf die Akzeptanz von Technologien im Energieumfeld.

LÜBBEKE (2016) untersucht beispielsweise die Akzeptanz von Smart-Home Technologien und befasst sich mit Widerständen beim Benutzer auf dem Weg zu einer Verbreitung im Markt. Konkret untersucht die Online-Befragung ($n = 324$) Determinanten, die die Endkundenakzeptanz beeinflussen. Der Autor identifiziert sechs auf die Akzeptanz wirkende Einflussfaktoren (Leistung, Affektive Reaktion, Verständlichkeit, Preis, Risiko und Kontrolle). Außerdem ergibt die Befragung eine Vielzahl von Befürwortungsgründen (meistgenannt: Erleichterung des Alltags, Komforterrhöhung, Steigerung der

³¹ Vgl. Kollmann, Moser (2014), S. 9 ff.

³² Vgl. Hargreaves, Nye, Burgess (2010), S.6113 ff.

³³ Vgl. Döring, Exner (2013), S.137 ff.

Energieeffizienz) sowie Ablehnungsgründen (Keine Notwendigkeit, Anschaffungspreis, Folgekosten).³⁴

DINSE (2001) befasst sich mit der Akzeptanz wasserstoffbetriebener Fahrzeuge. Auch hier werden Einflussvariablen und Wirkungszusammenhänge hinsichtlich der Akzeptanz geprüft. Als Voraussetzung der Akzeptanz identifiziert der Autor als Ergebnis einer Befragung ($n = 1000$) vergleichbare Preise und eine ausgebaute Infrastruktur; positiven Einfluss hat der gesellschaftliche Nutzen durch einen Beitrag zum Umweltschutz.³⁵

Ebenfalls mit Nutzungsintentionen im Anfangsstadium der Innovationsdiffusion befasst sich DUDENHÖFFER (2015); untersucht wird in diesem Beitrag die Akzeptanz von Elektroautos in Deutschland und China. Ziel dabei war es Einflussfaktoren und Akzeptanzmuster aufzudecken. Die Ergebnisse der Befragungen zeigen, dass die Variablen Leichtigkeit der Nutzung, subjektive Norm und das Involvement in grüne Technologien einen hohen Einfluss auf die Nutzungsintention haben.³⁶

Wie die Übersicht über den Forschungsstand zeigt, setzen sich in der Forschung nur wenige Studien bislang konkret mit der Akzeptanz von Smart Metern in Deutschland auseinander, hier besteht Forschungsbedarf. Bisherige Studien weisen vor dem Hintergrund der gesetzlich regulierten Einführung in Deutschland nur geringe Aktualität auf, beziehen sich auf andere Länder in und außerhalb Europas und untersuchen häufig nur einseitig die Einflussfaktoren auf die Akzeptanz. Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag zur Schließung dieser Lücke geleistet werden. Vor dem Hintergrund des vorgeschriebenen Rollouts der Smart Meter in Deutschland für nahezu alle Haushalte geht die vorliegende Arbeit noch einen Schritt über die reine Akzeptanz der Messsysteme hinaus und untersucht auch die Akzeptanz intelligenter Lösungen, die auf dem Einsatz der Smart Meter basieren und dem Endverbraucher die Kontrolle und aktive Beeinflussung des Verbrauchsverhaltens ermöglichen.

³⁴ Vgl. Lübbecke (2016), S. 22 ff.

³⁵ Vgl. Dinse (2001), S.158

³⁶ Vgl. Dudenhöffer (2015), S. 277

3 Grundlagen und theoretische Fundierung

Kapitel 3 befasst sich mit den Grundlagen, die eine Basis für den empirischen Teil dieser Arbeit schaffen. Dabei werden drei zentrale Bereiche abgedeckt. Zunächst gibt Kapitel 3.1 einen Überblick über den aktuellen Stand in der Energiewirtschaft; Gegenstand ist außerdem die Digitalisierung im Allgemeinen und deren Auswirkungen in der Branche. Im Weiteren wird dann der Fokus auf die Smart Metering Technologie gelegt, deren Akzeptanz in der empirischen Studie untersucht werden soll. Nach einer Betrachtung der politischen Vorgaben und der Funktionsweise der intelligenten Messsysteme werden sowohl die Mehrwerte, als auch Risiken und Herausforderungen erörtert. Ein Hauptaugenmerk soll dabei auf dem Thema Datenschutz und Datensicherheit liegen. Beispielhaft werden dann ausgewählte Anbieter und Modelle am deutschen Markt vorgestellt. Dritter wichtiger Bestandteil des Grundlagenteils sind die Theoriemodelle der Akzeptanz- und Adoptionsforschung. Aufbauend auf dieser theoretischen Basis wird abschließend ein eigenes Rahmenmodell zur Prüfung der Akzeptanz im Smart Meter Umfeld abgeleitet.

3.1 Digitalisierung der Energiewirtschaft

Die Digitalisierung hält in nahezu allen Lebensbereichen Einzug. Im Handel beispielsweise ist der Konsument direkt davon betroffen. Hier dominieren Onlineplattformen wie Zalando oder Amazon, der Umsatz über E-Commerce steigt stetig an.³⁷ Im Gegensatz dazu sind die Veränderungen in anderen Bereichen im Alltag weniger offensichtlich. Mit der Einführung von Smart Metern und Smart Home Konzepten rückt allmählich auch die Digitalisierung der Energiewirtschaft weiter ins Blickfeld des Verbrauchers. Um ein Grundverständnis für die Entwicklungen in der Energiewirtschaft zu vermitteln, wird im folgenden Kapitel der aktuelle Stand der Branche knapp skizziert, um daraufhin auf Treiber der Veränderungen und vor allem der Digitalisierung in diesem Bereich einzugehen. Ziel ist es dabei, einen Überblick über die fortschreitende Entwicklung zu geben, um im weiteren Verlauf der Arbeit den Fokus auf das Thema Smart Meter zu legen.

3.1.1 Branchenüberblick

Die Energiebranche in Deutschland unterliegt einer stetigen Entwicklung. Vor der Liberalisierung der Marktstrukturen herrschte ein integriertes Monopol, d.h. wenige große Unternehmen nahmen die Funktionen der Energiewirtschaft wahr (Betreiben von Kraftwerken, Einspeisen der Energie, Transport zum Endverbraucher). Diese Monopolunternehmen hatten dabei jeweils die Zuständigkeit für ein bestimmtes Gebiet inne. Das führte dazu, dass zwar jeder Monopolist selbst immer das Kraftwerk mit den günstigsten Kosten zuschaltete, jedoch keine gesamtwirtschaftlich optimale Lösung möglich war. Koordinierungs- und Abstimmungsmechanismen fehlten und die Energieerzeugung erfolgte stark zentralisiert. Mit der EU Binnenmarktrichtlinie 96/92/EG und dem EnWG wurde mit dem Ziel, den Wettbewerb zu erhöhen, ein europäischer Strombinnenmarkt geschaffen. Die Netzgesellschaften mussten nun rechtlich eigenständige

³⁷ Vgl. HDE Handelsverband Deutschland (2017), S. 3

Unternehmen sein, zudem sollte seit 2004 jeder Endverbraucher auch die Möglichkeit haben, den Anbieter zu wechseln.³⁸

Aktuell wird die Energieversorgung in Deutschland von vier großen Unternehmen dominiert, den sogenannten „Big Four“: E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall. Diese nehmen im Jahr 2015 noch zusammen 62 Prozent Marktanteil im deutschen Energiemarkt ein.³⁹ Daneben existiert eine große Zahl kleinerer Unternehmen.⁴⁰ Die Branche zeichnet sich inzwischen durch eine zunehmende Akteursvielfalt aus, so gab es im Jahr 2016 875 Stromnetzbetreiber auf dem deutschen Markt. Die großen Versorger verlieren zunehmend Marktanteile, was sich neben der gesetzlichen Forderung nach mehr Wettbewerb auch durch die steigende Förderung und Nachfrage nach Ökostrom und erneuerbaren Energien erklären lässt. In diesem Bereich hinken die größeren Unternehmen hinterher.⁴¹ Abbildung 1 zeigt die steigende Bedeutung solcher Energieformen am deutschen Markt, sie veranschaulicht den Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2016:

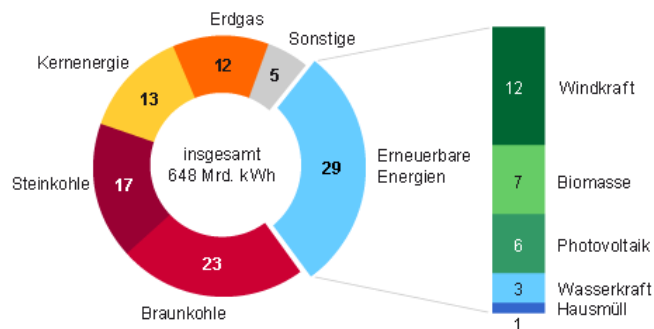


Abbildung 1: Bruttostromerzeugung 2016 in Deutschland nach Energiequellen in Prozent⁴²

Auch der Trend zur eigenen Energieerzeugung bei den Endverbrauchern trägt zu den rückläufigen Zahlen bei den größeren Anbietern bei. In Deutschland stieg beispielsweise die Stromerzeugung in privaten Anlagen vom Jahr 1991 mit 0,8 TWh auf 170,8 TWh im Jahr 2015 an.⁴³

3.1.2 Treiber der Veränderungen

Dieser Überblick zeigt bereits, dass sich die Energiebranche in einem stetigen Veränderungsprozess befindet. Die Entwicklungen werden durch regulatorische, ökonomische, gesellschaftliche und technologische Faktoren vorangetrieben. Der Fokus in diesem Kapitel liegt auf dem Thema Digitalisierung und Big Data als wichtige Treiber. Außerdem werden die Energiewende und die wichtigsten gesetzlichen Regularien thematisiert. Durch einen Einblick in diese drei Bereiche wird die Wissensbasis gelegt, um daraufhin die Auswirkungen der Digitalisierung in der Energiewirtschaft zu untersuchen.

³⁸ Vgl. Ströbele, Pfaffenberger, Heuterkes (2010), S. 203 ff.

³⁹ Vgl. Die Welt (2015)

⁴⁰ Vgl. Peters, Mohr (2015), S. 8

⁴¹ Vgl. Bundeszentrale für politische Bildung (2013)

⁴² Statistisches Bundesamt (2017)

⁴³ Vgl. BMWi (2016)

Digitalisierung und Big Data

Die Digitalisierung wird immer wieder als „Megatrend“ in der heutigen Zeit bezeichnet, der Wirtschaft, Politik und Gesellschaft radikal verändern werde.⁴⁴ Was ist jedoch unter dem Begriff Digitalisierung zu verstehen? Rein technisch bezeichnet die Digitalisierung die Übertragung analoger Informationen in ein digitales (binäres) Format. So werden beispielsweise analoge Bilder digital durch Bildpunkte erfasst, Töne in digitale Formate wie MP3 übertragen oder Bücher als E-Books dargestellt. Daten, die in digitaler Form vorliegen, können über unterschiedliche Medien transportiert und auf verschiedenen Endgeräten präsentiert werden, während analoge Inhalte an ihr Medium gebunden sind.⁴⁵ Andere Definitionen gehen über die rein technische Information hinaus, nach HAMIDIAN UND KRAIJO (2013) liege der Fokus vielmehr auf der Übertragung des Menschen und seiner Lebens- und Arbeitswelt auf eine digitale Ebene. Menschen als Teil der „Digital Community“ seien demnach omnipräsent, vernetzt und immer online.⁴⁶ Grundlegend für die Digitalisierung ist die treibende Entwicklung von IT-Technologien, speziell deren Anwendung zur Vernetzung von Maschinen und Endgeräten. Insgesamt umfasst die Digitalisierung also einerseits das Umwandeln analoger Daten in digitale, andererseits umschreibt der Begriff auch die Automation von Prozessen und Geschäftsmodellen - durch die Vernetzung digitaler Technik, Informationen und Menschen.⁴⁷ Diese zunehmende Vernetzung der Lebenswelten wird von HAMIDIAN UND KRAIJO wie folgt beschrieben: *„Im Kern geht es darum, dass die digitalen Ökosysteme (Wohnung, Arbeitsplatz, Auto, Verkehr, Parkhaus [...] etc.) und die technischen Geräte (Smartphone, Kühlschrank, Fernseher [...] etc.), die wir nutzen, untereinander und mit uns per Datenübertragung kommunizieren, sich abstimmen und synchronisieren.“*⁴⁸

Durch die beschriebene Vernetzung entstehen enorme Datenmengen. In vielen Branchen sei eine wahre Datensammelwut ausgebrochen, jegliche digital verfügbare Information werde auch ausgelesen und abgespeichert.⁴⁹ Der Datenzuwachs ist überproportional gestiegen, 90 Prozent aller heute auf der Welt existierenden Daten wurden in den letzten Jahren generiert. So wächst im Zeitraum zwischen 2005 und 2020 das gesamte Datenvolumen um das Dreihundertfache, alle zwei Jahre wird eine Verdopplung des bestehenden Datenvolumens angenommen.⁵⁰ Durch die Erfassung immer noch größerer Datenmengen ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten.⁵¹ „Big Data“ wird damit zu einem viel verwendeten Begriff. Auf die Frage was „Big Data“ eigentlich ist, finden sich in zahlreichen Publikationen sehr unterschiedliche Antworten. Es handelt sich um ein sehr vielschichtiges Thema, dem sich aus unterschiedlichen Perspektiven genähert werden kann. Die gängigsten Definitionen beschreiben Big Data mit drei

⁴⁴ Vgl. z.B. Zukunftsstark (nd)

⁴⁵ Vgl. Hess (2016)

⁴⁶ Vgl. Hamidian, Kraijo (2013), S. 5

⁴⁷ Vgl. Holitzner (2016), S. 1

⁴⁸ Hamidian, Kraijo (2013), S. 9

⁴⁹ Vgl. ebd. (2013), S. 20

⁵⁰ Vgl. Klausnitzer (2013), S. 84 ff.

⁵¹ Vgl. Lepping, Palzkill (2017), S. 21

bzw. vier spezifischen Eigenschaften, bezeichnet als die 3 bzw. 4 Vs.⁵² Diese relativ unumstrittene Definition ist auf Gartner zurückzuführen, der sich in Anlehnung an einen Forschungsbericht von Doug Laney, auf das sogenannte V-Model bezieht: *„Big Data is high-volume, high-velocity and high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing for enhanced insight and decision making.“*⁵³ Big Data besitzt also die Eigenschaften „Volume“ (enorme Datenmengen), „Variety“ (Vielfalt der Datentypen und -quellen) und „Velocity“ (Geschwindigkeit der Datengenerierung, -Auswertung und -Weiterverarbeitung). Teils wird ein viertes V, „Veracity“ (Richtigkeit, Verlässlichkeit und Vollständigkeit der Dateninhalte) hinzugefügt.⁵⁴

Durch die Sammlung und Speicherung von Daten stehen viele Unternehmen jedoch vor einer neuen Herausforderung. Für ein mittelgroßes Energieversorgungsunternehmen kann sich beispielsweise schnell ein Datenvolumen von ca. 1,6 Terabyte pro Tag ergeben.⁵⁵ Solch große Datenmengen sind nur dann von Nutzen, wenn ein richtiger Umgang damit erfolgt: *„[sie sind] nur wertvoll, wenn aus der Menge der internen und externen Daten diejenigen Informationen identifiziert werden, mit denen die richtigen Schlussfolgerungen gezogen und Entscheidungen getroffen werden.“*⁵⁶ Auch Unternehmen mit großen Datenbanken kommen bei der Verarbeitung der großen und teils unstrukturierten Datenmengen an ihre Grenzen und können diese nur schwer effizient bewältigen: *„Big Data provides the counter problem of handling and analysing enormous, dynamic, and varied datasets.“*⁵⁷ Letztendlich liegt der Nutzen nicht in der Sammlung der Daten sondern in der richtigen Analyse und Interpretation dieser. Mit Big Data ist es Unternehmen potenziell möglich, schneller auf Marktveränderungen zu reagieren, diese Agilität steigert die Wettbewerbsfähigkeit.⁵⁸ Big Data Analytics ist damit ein entscheidender Baustein zur Schaffung eines wirtschaftlichen Nutzens. Eine sinnvolle Verknüpfung aus verschiedenen Datenquellen ist erforderlich, um die Aussagekraft zu erhöhen.⁵⁹ Couldry und Powell (2014) schreiben dazu: *„Not one of these individual data-types is necessarily meaningful in itself – but taken together, either through aggregation, correlation or calculation, such data provide large amounts of information.“*⁶⁰ Es bedarf also einer Weiterverarbeitung der Daten. Damit geht es nicht nur um die Daten selbst, sondern um neue Generationen an Technologien und Datenarchitekturen, die aus unterschiedlich strukturierten Datenmengen - durch Verarbeitung und Analyse - einen entsprechenden Wert generiert.⁶¹ Prinzipiell werden drei Arten von Analysemodellen angewendet: Descriptive Analytics – eine beschreibende Analyse des momentanen Zustands, z.B um Kunden in bestimmte Nutzergruppen oder

⁵² Vgl. Dorschel, Dorschel (2015), S. 1 ff.

⁵³ Vgl. Gartner IT Glossary (nd)

⁵⁴ Vgl. Dorschel, Dorschel (2015), S. 6 ff.

⁵⁵ Vgl. BDEW (2015), S. 11f.

⁵⁶ Schön (2016), S. 298

⁵⁷ Kitchin (2014), S. 10

⁵⁸ Vgl. Klausnitzer, S. 88

⁵⁹ Vgl. Lanquillon, Mallow (2015), S. 88 f.

⁶⁰ Couldry, Powell (2014), S. 3

⁶¹ Vgl. Klausnitzer (2013), S. 89

nach bestimmten Verhaltensmustern einzuordnen; Predictive Analytics – auch Data Mining, die systematische Auswertung von Datenbeständen, Verwendung statistischer Modelle und Maschinenlernen um vorhersagende oder vorausschauende Analysen zu treffen; und Prescriptive Analytics – die vorschreibende oder empfehlende Analyse, die versucht mit Analysemodellen klare Handlungsanleitungen abzuleiten.⁶²

Energiewende

Ein weiterer wichtiger Treiber und Hauptauslöser für die Veränderungen in der Energiewirtschaft ist die sogenannte Energiewende. Die Politik beschreibt deren Ziel wie folgt: *„Das Ziel der Energiewende ist es, das Zeitalter der erneuerbaren Energien so schnell wie möglich zu erreichen, und gleichzeitig den Preis für Strom bezahlbar zu halten.“*⁶³ Sie soll den Weg in eine sichere, umweltverträglichere und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft bereiten. Im Rahmen der Energiewende soll eine komplette Umgestaltung der deutschen Energieversorgung vorgenommen werden, um umweltschonender und energiesparender zu wirtschaften. Die wichtigste Säule des Konzepts der Bundesregierung ist der Ausbau der erneuerbaren Energien, um eine Alternative zur Kernkraft zu schaffen. Hierzu heißt es: *„Der Energieanteil an der Stromerzeugung aus Sonne, Wind & Co. soll bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 Prozent und bis zum Jahr 2035 auf 55 bis 60 Prozent ausgebaut werden.“*⁶⁴ Der zweite wichtige Punkt betrifft die Energieeffizienz, Energieeinsparmöglichkeiten sollen besser genutzt werden. Besonders im Bereich Wohnen und Häuser sowie der Mobilität ergäben sich große Potenziale. Ebenfalls Bestandteile der Energiewende sind der Ausbau der überregionalen Verteil- und Übertragungsnetze sowie die Weiterentwicklung von Speichermöglichkeiten und intelligenten Netzen. Beides hängt mit den zunehmend dezentralen Strukturen der Energieversorgung zusammen.⁶⁵

Gesetzliche Vorgaben

Die Energiewirtschaft ist, besonders auch was deren Digitalisierung betrifft, eine stark von politischen Regularien und Zielvorgaben geprägte Branche. Vor dem Hintergrund der Einhaltung der Hauptziele Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit und zur Beschleunigung der Energiewende, werden seitens der Regierung energiepolitische Auflagen durchgesetzt.⁶⁶ Dieser regulatorische Rahmen dient mitunter als entscheidender Treiber für die Innovationen, die in der Branche generiert werden.⁶⁷ Grundlegende Regelungen zum Recht der leistungsbezogenen Energie umfasst das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Zentrale Ziele sind gem. § 1 EnWG zum einen die *„möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Strom und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht“* (Absatz 1) und zum anderen

⁶² Vgl. Klausnitzer (2013), S. 101 f.

⁶³ Die Bundesregierung (nd)

⁶⁴ Ebd. (nd)

⁶⁵ Vgl. ebd. (nd)

⁶⁶ Vgl. Wallmer (2016), S. 612

⁶⁷ Vgl. Kolloch, Golker (2016), S. 42

die „Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs“ (Absatz 2). Mit einer Novellierung im Jahr 2011 kamen weitere Regelungen zur Entflechtung der Netzbetreiber und Vorschriften zu Messeinrichtungen und Messsystemen hinzu.⁶⁸ Außerdem fordert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) die systematische Förderung regenerativer Energien und regelt deren bevorzugte Einspeisung in das Energienetz. Deutschland beschließt damit im Jahr 2000 den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Dieser Ausbau bringt zwei weitere Herausforderungen mit sich, die Dezentralisierung der Energiequellen und die Fluktuation der Stromeinspeisung aus Sonnen- und Windenergieanlagen.⁶⁹ Die Vielzahl von Anlagen benötigt eine Steuerung, um die Integration volatiler erneuerbarer Energien bei einem stabilen Netzbetrieb möglich zu machen. Hier kommen intelligente Netze und Big-Data-Anwendungen ins Spiel. Weitere Energiestrategien und Zielvorgaben der Regierung treiben diese Entwicklung ebenfalls voran. So beinhaltet beispielsweise der Energiefahrplan 2050 der Europäischen Kommission Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien sowie Vorgaben zur frühzeitigen Investition in neue digitale Technologien und intelligente Netze.⁷⁰ Das mitunter wichtigste Gesetz in diesem Zusammenhang ist das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende. Dieses beinhaltet genaue Vorgaben für das Smart Meter Rollout und wird daher in Kapitel 3.2.1 genauer beschrieben.

3.1.3 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Energiewirtschaft

Nach einer Übersicht über die wichtigsten Treiber der Veränderungen werden nun die Auswirkungen auf die Branche analysiert. Mit der Energiewende treten regenerative Erzeugungsformen in den Mittelpunkt der Energieversorgung. Durch die Abkehr von konventionellen Energieträgern und den Ausbau erneuerbarer Energien wird die Stromerzeugung dezentraler und volatiler. Auch der Wandel des Verbrauchers zum sogenannten „Prosumer“ trägt mit dazu bei. In Spitzenzeiten, z.B. aufgrund der hohen Einspeisung von Wind- und Solarenergie durch die Wetterlage, sind Stromnetze häufig überlastet, sodass diese Anlagen heruntergefahren werden müssen. Mangels fehlender Speichermöglichkeiten ist der grüne Strom dann nicht verwendbar. Die Energiewirtschaft steht vor der Herausforderung die verteilte, kleinteilige Erzeugung in das Gesamtsystem zu integrieren und Angebot und Nachfrage zu koordinieren. Die dezentral erzeugte Energie muss genau nach Bedarf der Verbraucher bereitgestellt werden können. Dafür bedarf es eines Netzausbaus sowie des Einsatzes intelligenter Technologien, die eine Koordination aller Netzteilnehmer (Erzeuger, Versorger, Verbraucher, Netzbetreiber) ermöglichen.⁷¹ Voraussetzung ist eine schnelle Erfassung und Auswertung von Erzeugungs-, Netz-, Speicher- und Verbrauchsdaten. Die Digitalisierung stellt eine Schlüsselfunktion bei der Lösung dieser Herausforderungen dar. Laut dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) erhalten die Anforderungen an ein sicheres und bezahlbares Energieversorgungssystem auf Basis erneuerbarer

⁶⁸ Vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2005)

⁶⁹ Vgl. Zimmermann, Wolf (2016), S. 5

⁷⁰ Vgl. Pressemitteilung EU Kommission (2011)

⁷¹ Vgl. Envia Mitteldeutsche Energie AG (nd)

Energien durch die Digitalisierung eine zusätzliche Dynamik, da neue Lösungen und Chancen generiert werden: *„Für die Energiewirtschaft definiert sich die Digitalisierung als Vernetzung von Anwendungen, Geschäftsprozessen und Geräten auf Basis von Internettechnologien unter Verwendung von Sensoren und selbststeuernden Geräten.“*⁷² Digitale Technologien zur Aufnahme und Auswertung von Daten ermöglichen eine systematische Aufrüstung und Umstrukturierung der Stromnetze. Mit dem „Smart Grid“ soll ein zukunftsfähiges, intelligentes Stromnetz errichtet werden.⁷³ Es entsteht durch die Kombination der konventionellen Netze mit intelligenten Informations- und Kommunikationstechniken (z.B. Steuerungs-, Mess- und Regeltechniken) und soll der dezentralen Einspeisung und der Unvorhersehbarkeit der Stromerzeugung aus regenerativen Energien gerecht werden.⁷⁴ Im intelligenten Stromnetz ist eine Datenkommunikation in zwei Richtungen (Angebot-Nachfrage) möglich. Es muss die Kommunikation aller Erzeuger, Speicher und Verbraucher miteinander sicherstellen. Neben der Notwendigkeit der Erhöhung der Netzkapazität stellt die Integration von Speichermöglichkeiten für die volatilen Energieformen eine Herausforderung dar. Eine der Lösungsmöglichkeiten sind die sogenannten Power-to-X Technologien.⁷⁵ Zur bestmöglichen Abstimmung von Angebot und Nachfrage muss eine zeitgleiche Auswertung von Daten an Netzknotenpunkten koordiniert werden. Auf Seite der Stromabnahme gilt es, mit einem Demand Side Management die Nachfrage je nach drohender Über- oder Unterlastung zu erhöhen bzw. zu reduzieren.⁷⁶

Die Smart Grids sind in einer digitalen Energiewirtschaft somit die Voraussetzung für zukünftige digitalbasierte Geschäftsmodelle. Zur Erhebung der benötigten Daten werden intelligente Messsysteme benötigt – die Smart Meter sind also ebenso eine zentrale technische Grundlage.⁷⁷ Durch die Digitalisierung ergeben sich konkret für den Versorger zahlreiche neue Möglichkeiten, z.B. durch Effizienzsteigerung und Automatisierung über die gesamte Wertschöpfungskette.⁷⁸ Durch datenbasierte Analyse, Planung und Diagnose können z.B. die Wartungskosten gesenkt werden. Auch in den Backoffices ergeben sich Effizienzsteigerungspotenziale beispielsweise im Kunden- und Abrechnungsmanagement.⁷⁹ Außerdem entsteht ein großes Feld digitalbasierter Geschäftsmodelle z.B. im Smart Home oder Smart Industry Bereich.

Abbildung 2 zeigt ein Modell des „digitalen Versorgers der Zukunft“. A zeigt die Möglichkeit eine Big Data getriebene Abstimmung von Angebot und Nachfrage zur Steuerung der dezentralen Energie vorzunehmen. Smart Grids (D) stellen eine Verbin-

⁷² Vgl. BDEW (nd)

⁷³ Vgl. Zimmermann, Wolf (2016), S. 5 f.

⁷⁴ Vgl. Varela (2015), S.497

⁷⁵ Power-to-X beschreibt die Wandlung von Strom als Primärenergie in einen Energieträger, Wärme, Kälte, Produkt, Kraft- oder Rohstoff. Es ist ein Sammelbegriff für Power-to-Gas, Power-to-Liquid, Power-to-Fuel, Power-to-Chemicals, Power-to-Product und auch Power-to-Heat. (Definition nach: Präsentation der Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher, OTH Regensburg)

⁷⁶ Vgl. Zimmermann, Wolf (2016), S. 5 ff.

⁷⁷ Vgl. Varela (2015), S. 497

⁷⁸ Vgl. Peters, Mohr (2015), S. 9

⁷⁹ Vgl. ebd. (2015), S. 9 f.

zung zwischen Anlagen, Kunden und Energieversorger her. Die Netzauslastung wird situativ gesteuert und der Kunde gezielt integriert.

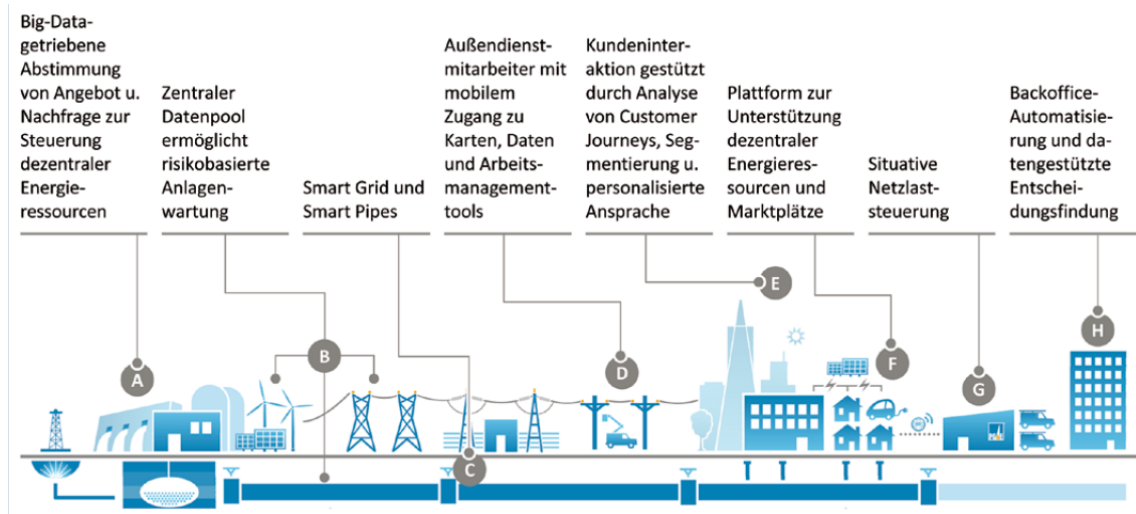


Abbildung 2: Digitaler Versorger der Zukunft (Peters, Mohr, 2015)

Die Digitalisierung hat also direkte Auswirkungen auf die Energiewirtschaft – „*die Energiewende ist somit nicht nur dezentral und regenerativ, sondern vor allem digital.*“⁸⁰ Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mithilfe der Digitalisierung in den Bereichen Erzeugung, Netz, Speicherung und Verbrauch Energie automatisch schnell und effizient dorthin geleitet werden soll, wo sie am ehesten benötigt oder effizient verwendet wird. Damit soll im Rahmen der Energiewende eine gegenwärtige und zukünftige Verminderung der Treibhausgase möglich sein und das Ziel verfolgt werden, eine nahezu komplette Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu erreichen.⁸¹ Insgesamt wird die Energieversorgung durch derartige Entwicklungen und Technologien in ihren klassischen Aufgaben (Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Energie) ergänzt durch umfangreiche Daten- und Informationsprozesse. Die Verfügbarkeit von Daten, eine angemessene Verarbeitung und Auswertung ist Voraussetzung für eine Entwicklung hin zu einem Energiedienstleistungsmarkt, der die Anforderungen an Energieeffizienz und ökologische Ziele realisieren kann. Smart Meter als Daten- und Kommunikationsschnittstellen bilden die Grundlage für die Einführung weiterer innovativer Technologien, die über das Zähl- und Messwesen hinausgehen. So begünstigt das Smart Metering beispielsweise die dezentrale Energieversorgung, vereinfacht in diesem Zusammenhang das Lastmanagement und kann als Basis für das Smart Home dienen. Auch für die Elektromobilität können Smart Meter als Messeinrichtung und Kommunikationseinheit sinnvoll für notwendige Zähl- und Abrechnungssysteme eingesetzt werden. Auf Seiten der Verbraucher sind sie damit die Anbindung zum Smart Grid.⁸²

⁸⁰ Vgl. Varela (2015), S. 495

⁸¹ Vgl. Zimmermann, Wolf (2016), S. 9

⁸² Vgl. Hollmann (2010), S. 184 ff.

3.2 Smart Metering in Deutschland

Ein Smart Meter ist ein digitaler Energiezähler, welcher nicht wie herkömmliche Ferrarisähler auf einer elektromechanischen, sondern einer digitalen Technologie basiert. Solche Zähler sind für die Energiearten Strom, Gas, Wärme und für den Wasserverbrauch verfügbar. Im Rahmen dieser Arbeit werden ausschließlich intelligente Zähler und Messsysteme für den Bereich Strom betrachtet. Smart Meter sind also elektronische Messgeräte, die einen Ersatz für die bisherigen mechanischen Stromzähler bieten. Sie ermöglichen eine direkte Übertragung der Verbrauchsdaten an den Stromanbieter, wodurch die jährliche manuelle Ablesung überflüssig wird. Neben dieser Grundfunktion bietet das System verschiedene Möglichkeiten, die den Energieverbrauch auch für den Endkunden transparenter, verständlicher und leichter kontrollierbar machen können. Es handelt sich zusammengefasst also um eine Messeinrichtung zur Erfassung elektrischer Energie, die in ein Kommunikationsnetz eingebunden ist und den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt.⁸³

Das folgende Kapitel befasst sich mit den politischen Vorgaben, die einen Ausgangspunkt für das Smart Metering in Deutschland darstellen. Darauf aufbauend wird die Funktionsweise der Technologie kurz erläutert und im Weiteren auf die Nutzungsmöglichkeiten und Mehrwerte für den Endverbraucher eingegangen, sowie Risiken und Herausforderungen erörtert. In diesem Rahmen werden auch die vorgegebenen Datenschutz- und Sicherheitsrichtlinien dargestellt. Abschließend werden beispielhaft Anbieter und verfügbare Modelle am deutschen Markt aufgeführt.

3.2.1 Politische Vorgaben als Ausgangspunkt für die Entwicklung

Den Startpunkt für das Rollout der Smart Meter Technologie in Deutschland setzte das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW), als Reaktion auf die Forderungen der EU nach rechtlichen Grundlagen für die Einführung intelligenter Messsysteme in den Mitgliedsstaaten. Gefordert wird, dass bis zum Jahr 2020 80 Prozent aller Messstellen mit intelligenter Messtechnik ausgestattet sind.⁸⁴ Das GDEW wurde am 23.06.2016 vom deutschen Bundestag beschlossen und ist zum 02.09.2016 in Kraft getreten.⁸⁵ Im Zentrum steht die Einführung der Smart Meter in Deutschland, hierfür legt das GDEW mit dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) die Rahmenbedingungen fest. Dieses verpflichtet den grundzuständigen Messstellenbetreiber dazu, intelligente Messsysteme und moderne Messeinrichtungen einzubauen. Grundzuständiger Messstellenbetreiber ist dabei „*der Betreiber von Energieversorgungsnetzen, soweit er seine Grundzuständigkeit nicht [...] auf ein anderes Unternehmen übertragen hat.*“⁸⁶

Unterschieden werden im MsbG moderne Messeinrichtungen und intelligente Messsysteme. Moderne Messeinrichtungen werden dabei definiert als: „*eine Messein-*

⁸³ Vgl. PwC Österreich (2010), S. 14 f.

⁸⁴ Vgl. EnWG-Novelle (2011)

⁸⁵ Vgl. Eder, Vom Wege, Weise (2016), S. 173

⁸⁶ Vgl. GDEW (2016), Artikel 1, § 2, Nr. 4

richtung, die den tatsächlichen Elektrizitätsverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegelt und über ein Smart-Meter-Gateway sicher in ein Kommunikationsnetz eingebunden werden kann“ (nach § 2, Abs. 2, Nr. 15). Ein intelligentes Messsystem dagegen ist „eine über ein Smart-Meter-Gateway in ein Kommunikationsnetz eingebundene moderne Messeinrichtung [...] die den besonderen Anforderungen [...] zur Gewährleistung des Datenschutzes, der Datensicherheit und Interoperabilität [genügt]“ (nach § 2, Abs. 2, Nr. 7). Eine moderne Messeinrichtung wird erst durch die Aufrüstung mit dem Smart Meter Gateway zu einem intelligenten Messsystem.

Hauptbestandteile des Gesetzes sind die nach Verbrauchsklassen gestaffelten Einbauzeiträume und Preisobergrenzen, die für den Endverbraucher bzw. Anlagenbetreiber maximal anfallen dürfen (§ 31, MsbG). Gesamtziel ist ein flächendeckender Einbau in allen Haushalten bis zum Jahr 2023.⁸⁷ Die folgende Tabelle zeigt eine genaue Übersicht über diese Vorgaben:

Letztverbraucher (§ 31, Abs. 1, Nr. 1-6)	Ab (Zeitraum)	Preis-Obergrenze
> 100.000 kWh/ Jahr	2017 (16 Jahre)	"angemessen"
50.000 - 100.000 kWh/ Jahr	2017 (8 Jahre)	200 €
20.000 - 50.000 kWh/ Jahr	2017 (8 Jahre)	170 €
10.000 - 20.000 kWh/ Jahr	2017 (8 Jahre)	130 €
6.000 - 10.000 kWh/ Jahr	2020 (8 Jahre)	100 €
Anlagenbetreiber (§ 31, Abs. 2, Nr. 1-4)	Ab (Zeitraum)	Preis-Obergrenze
> 100 kW	2020 (8 Jahre)	"angemessen"
30 - 100 kW	2017 (8 Jahre)	200 €
15 - 30 kW	2017 (8 Jahre)	130 €
7 - 15 kW	2017 (8 Jahre)	100 €
Für Letztverbraucher unter 6.000 kWh/ Jahr, sowie Erzeugungsanlagen unter 7 KW ist der Einbau optional. Nach § 29, Abs. 3 sind diese jedoch bis 2032 mindestens mit "modernen Messeinrichtungen" auszustatten (v.a. Neubauten, Renovierungen). Die Preisobergrenze liegt dabei je nach Verbrauch zwischen 60 und 23 €.		

Tabelle 1: Übersicht der Vorgaben des GDEW nach § 31, Darstellung in Anlehnung an Eder et. al (2016)

Auch hier ist die Unterscheidung zwischen den Vorgaben zu modernen Messeinrichtungen und intelligenten Messsystemen wichtig. Der Ersatz der herkömmlichen Zähler durch moderne Messeinrichtungen soll für alle Verbraucherguppen bis 2032 erfolgt sein. Eine Aufrüstung dieser zu einem intelligenten Messsystem ist vorerst nur ab einem Verbrauch von 6.000 kWh/Jahr vorgesehen. Unter Einhaltung der Preisvorgaben steht es aber jedem Messstellenbetreiber frei, die Aufrüstung bei seinen Kunden auch unter diesem Jahresverbrauch vorzunehmen.⁸⁸ Bereits im März 2017 räumte die Bundesregierung jedoch erste Abweichungen von diesem Plan ein und mögliche Verzögerungen im Rollout werden nicht mehr ausgeschlossen.⁸⁹

⁸⁷ Vgl. MsbG, § 29

⁸⁸ Vgl. BDEW – Presse (2017)

⁸⁹ Vgl. Energate (2017)

Neben den Rolloutverpflichtungen beinhaltet das MsbG auch Rechte und Pflichten des Betreibers und des Anschlussnutzers. So kommt beispielsweise dem Anschlussnutzer nach § 5 MsbG ein Auswahlrecht zu. Er kann einen Messstellenbetreiber frei auswählen, der anbietet Zählpunkte mit intelligenten Messsystemen auszustatten und den Betrieb durchzuführen. Das Messstellenbetriebsgesetz beinhaltet außerdem auch Regelungen zur Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen, Vorgaben zu Datenschutz und IT-Sicherheit sowie Auditierung und Zertifizierung der Smart Meter. Diese Sicherheitsvorgaben werden in Kapitel 3.2.5 ausführlicher erläutert.

3.2.2 Funktionsweise intelligenter Messsysteme

Ein intelligentes Messsystem besteht neben dem digitalen Stromzähler aus einer Kommunikationseinheit, bezeichnet als Smart Meter Gateway (SMGW), und einem Sicherheitsmodul. Das SMGW dient vor allem der BSI-konformen Verschlüsselung der sensiblen Daten. Abbildung 3 zeigt beispielhaft ein solches intelligentes Messsystem der Firma Lackmann.

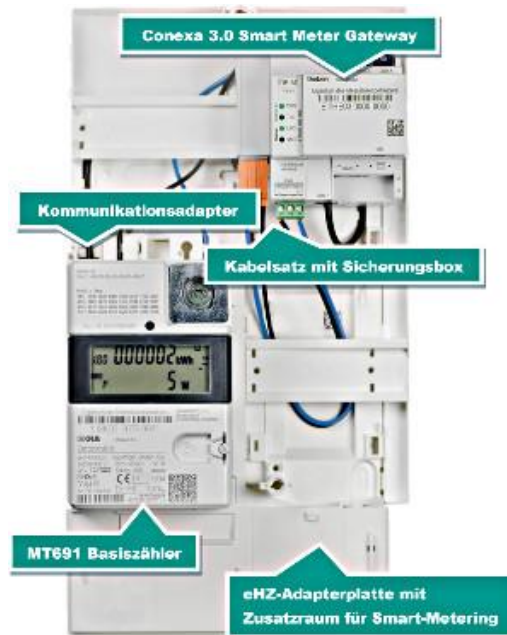


Abbildung 3: Beispiel intelligentes Messsystem der Firma Lackmann⁹⁰

Ein intelligenter Zähler, die sogenannte moderne Messeinrichtung, kann auch ohne die Einbindung in das Kommunikationsnetz genutzt werden, eine spätere Einbindung muss jedoch möglich sein. Intelligente Zähler ohne Einbindung in das Kommunikationsnetz ermöglichen dem Endverbraucher trotzdem das Erkennen von Einsparpotenzialen und Steigern der Energieeffizienz. So ist es auch ohne das SMGW möglich über eine Anzeigeeinheit Einblick in den Energieverbrauch und die Nutzungszeit zu erhalten.⁹¹ Bereits 2012 wurden von der EU verschiedene Mindestanforderungen an die Funktionen von Smart Metern gesellt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick:

⁹⁰ Lackmann (nd)

⁹¹ Ernst & Young (2013), S. 11

Bereich	Funktion
Letztverbraucher	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Bereitstellung der Messwerte • Genormte Schnittstelle für sichere Datenübertragung • Mind. 15-minütliche Aktualisierung der Messwerte • Möglichkeit zur Speicherung der Verbrauchsdaten • Bereitstellung genauer, benutzerfreundlicher und zeitnaher Messwerte
Messstellenbetreiber	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit zur Fernablesung der Zähler • Bereitstellung bidirektionaler Kommunikation • Ermöglichung eines ausreichend häufigen Ablesens der Messwerte
Kommerzielle Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung neuer Tarifsysteme • Automatische Übertragung von Informationen über die Tarifoptionen an den Kunden • Ermöglichung von Fern-Ein-/Ausschaltung der Versorgung, und Begrenzung von Lastflüssen
Sicherheit/ Datenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellen einer sicheren Datenkommunikation • Verhinderung und Aufdeckung von Betrug
Dezentrale Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> • Bereitstellung von Import-/Exportmessungen und reaktiven Messungen

Tabelle 2: EU Mindestanforderungen an intelligente Messsysteme (in Anlehnung an E&Y, 2013)

Die Systemarchitektur der intelligenten Messsysteme besteht aus einem Netzwerk, welches verschiedene untereinander kommunizierende Komponenten beinhaltet. Dazu zählen sowohl Systeme des Konsumenten (z.B. Display oder Energieerzeugungsanlagen) als auch die Systeme externer Marktteilnehmer (z.B. das Backend des SMGW Administrators). Zentrum des Systems ist das SMGW als Schnittstelle zwischen allen Beteiligten. Es hat zudem die Funktion als Datenspeicher, Datenaufbereiter und Firewall, und beinhaltet ein Sicherheitsmodul, beispielsweise in Form einer Chipkarte. Insgesamt werden drei separate, interoperable Netze unterschieden, die in Abbildung 4 veranschaulicht sind.

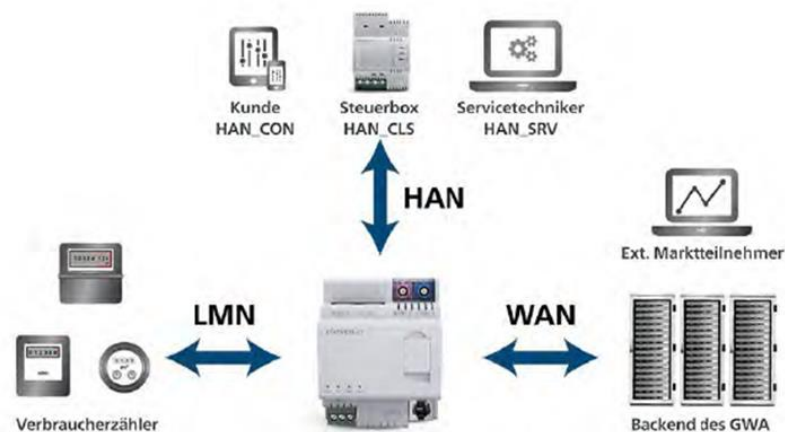


Abbildung 4: Systemarchitektur des Smart Meter Gateway mit drei getrennten Schnittstellen⁹²

Die Kommunikation zwischen diesen findet ausschließlich über das Gateway statt, ein direkter bidirektionaler Austausch zwischen den Netzen ist nicht gestattet.⁹³

⁹² Vgl. Mengi (2016), S. 77

⁹³ Vgl. Ernst & Young (2013), S.28 f.

Über das *WAN* (Wide Area Network) kommuniziert das SMGW mit externen Marktteilnehmern, unter anderem mit dem Administrator, der für die Konfiguration, Administration und Überwachung der Smart Meter verantwortlich ist. Auch Messstellenbetreiber, Energielieferanten oder Telekommunikationsanbieter sind über dieses Netz mit dem Gateway verbunden. Zudem ist eine Anbindung an das Smart Grid möglich.

Über das *LMN* (Local Metrological Network) kommuniziert das SMGW mit den angebundenen elektronischen Zählern, welche die Verbrauchswerte senden. Die übertragenen Daten enthalten neben den Verbrauchsinformationen z.B. auch Informationen über eingespeiste Energiemengen durch Anlagenbetreiber.

Im *HAN* (Home Area Network) kommuniziert das SMGW mit steuerbaren Energieverbrauchern bzw. Erzeugern (z.B. Haushaltsgeräte oder Photovoltaik-Anlagen). Weitere Aufgabe ist die Bereitstellung der Daten für den Letztverbraucher und für Servicetechniker.⁹⁴

Insgesamt dient das SMGW mit diesen Schnittstellen also als zentrale Sicherheitskomponente. Es stellt eine verschlüsselte Datenübertragung zwischen den Marktteilnehmern sicher. Die Kommunikation erfolgt dabei bidirektional. Es werden nicht nur Informationen gelesen und übermittelt, sondern auch Befehle empfangen und ausgeführt. Beispielsweise kann der Energieversorger so die Strommenge begrenzen, den Strom ab- und zuschalten oder zwischen verschiedenen Tarifmodellen wechseln.⁹⁵ Bei der Datenübertragung kommt die sogenannte Powerline Communication zum Einsatz. Die stromführenden Kabel werden dabei parallel zur Energieversorgung auch zur Datenübertragung genutzt.⁹⁶ Bei der Datenerfassung wird grundsätzlich zwischen Push- und Pull Betrieb unterschieden. Bei Push-Strukturen sendet der Zähler die Daten aktiv, im Pull-Betrieb werden diese von der Zentrale angefordert/ abgeholt. In der Regel erfolgt bei IP-basierten Strukturen – auch bei den intelligenten Messsystemen – der Datenaustausch im Push-Betrieb, während der Pull-Betrieb im Fehlerfall eingesetzt wird.⁹⁷

3.2.3 Mehrwerte des Smart Metering

Die Smart Metering Technologie bietet Mehrwerte auf verschiedenen Ebenen. So ergeben sich auf der Mikroebene Vorteile für den einzelnen Verbraucher bzw. den Erzeuger, auf der Makroebene Vorteile beispielsweise für das Energieversorgungssystem und die Umwelt. Hauptaugenmerk soll auf den Vorteilen für den Endnutzer liegen. Insgesamt kann der Smart Meter nicht isoliert betrachtet werden, in direktem Zusammenhang mit dem Nutzen stehen weitere Services und Geräte.⁹⁸ Die Mehrwerte für den Verbraucher ergeben sich in der Regel erst, wenn der Smart Meter in Verbindung mit einem Feedbacksystem (z.B. In-Home Display, Onlineportal oder App) ge-

⁹⁴ Vgl. BSI (nd b)

⁹⁵ Vgl. Rebbelmund, Rübsam (2010), S. 77

⁹⁶ Vgl. Elektronik-Kompendium (nd) und Bauer, Sigle, Dostert (2010), S. 516 f.

⁹⁷ Vgl. Knott (2009), S.96 ff.

⁹⁸ Vgl. Müller-Elschner (2009), S. 89

nutzt wird. Die verschiedenen Möglichkeiten werden in Kapitel 3.2.6 genauer beleuchtet.

Der Hauptnutzen für den Stromkunden besteht im Monitoring des Energieverbrauchs und der Kosten. Dies führt im ersten Schritt zu mehr Transparenz über den eigenen Stromverbrauch und kann den Verbraucher dazu animieren Strom einzusparen. Unterschiedliche Studien haben sich mit den Einsparpotenzialen durch Feedbacksysteme beschäftigt. Die Ergebnisse liegen meist innerhalb einer Spanne von 5-15 %, die im Vergleich zum bisherigen Verbrauch eingespart werden können.⁹⁹ Durch die Anzeige des Verbrauchs und der Stromkosten entsteht eine hohe Transparenz, der Verbrauch wird detailliert angezeigt, ist nachvollziehbar und kann eigenverantwortlich gesteuert werden. Somit können Stromkunden nicht nur Strom sparen und damit Kosten senken, sondern auch einen eigenen Beitrag zur vermehrten Einbindung erneuerbarer Energien und zum Umweltschutz leisten.¹⁰⁰ Das hängt mit der Möglichkeit der Stromversorger bzw. der Energieerzeuger zusammen, mittels sogenannter Demand Response Programme Einfluss auf das Verbrauchsverhalten zu nehmen. Ist die Nachfrage beispielsweise in einem Zeitfenster sehr hoch, so kann durch Anhebung der Preise zu einem geringeren Energieverbrauch animiert werden. Diese Möglichkeit verbessert die Versorgungssicherheit, zudem kann eine Verringerung der Kohlenstoffemissionen herbeigeführt werden.¹⁰¹ Die Nachfragesteuerung durch variable Tarife begünstigt auch die Einbindung erneuerbarer Energien aus dezentralen Erzeugungsanlagen. Eine Stromproduktion, die auf erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne basieren soll, unterliegt einer schwankenden Verfügbarkeit. Es wird nötig, Energie in Zeiten hoher Erzeugung zu speichern, um diese in Zeiten mit hohem Verbrauch verfügbar machen zu können. Eine Speicherung ist derzeit noch schwer umsetzbar, zudem sind mögliche Speicher sehr kostenintensiv. Eine Möglichkeit, um die Speicherproblematik einzugrenzen, besteht in der Anpassung des Verbrauchs. Sinnvoll wäre es, Handlungen mit hohem Stromverbrauch in Zeiten zu verschieben, in denen genügend Energie, speziell aus erneuerbaren Quellen, zur Verfügung steht. Ziel einer solchen Anpassung ist es, den Speicherbedarf zu senken und einen Ausgleich zur schwankenden Erzeugung zu ermöglichen. Variable Tarifstrukturen sollen den Nachfrager dazu anregen, Energie effizienter zu nutzen. Die oben beschriebenen Demand Response Programme dienen somit der Veränderung der Energienachfrage durch Preissignale. Dafür gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Bei *zeitvariablen Tarifen* werden die Stromkosten je nach Tageszeit variiert. Damit soll ein Ausgleich der Lastverteilung angeregt werden, indem z.B. in den Abend- und Nachtstunden der Preis gesenkt wird. *Lastvariable Tarife* richten sich nach der Menge des Stromverbrauchs, der Preis hängt von der Gesamtnetzlast oder der Höhe des persönlichen Verbrauchs ab. Häufig angeboten werden bereits zeitvariable Tarife mit zwei bzw. drei Tarifstufen, die während der Vertragslaufzeit unverändert beibehalten werden (Time-of-Use). Jedoch gerade durch die Entwicklungen des Smart Meterings werden auch Echtzeit-

⁹⁹ Vgl. Chen, Xu, Apran (2017), S. 93

¹⁰⁰ Vgl. Forsa (2010), S. 12 ff., und Westermann, Döring, Bretschneider (2013), S. 13

¹⁰¹ Vgl. Chen et al. (2017), S. 93

Tarife möglich, wobei die Preise in Abhängigkeit bestimmter externer Größen, wie Netzengpässe, Erzeugungssituation oder Börsenpreis variieren können (Real-Time-Pricing). Langfristiges Ziel solcher Tarifstrukturen ist es, Nachfrage und Angebot besser abzustimmen.¹⁰² Für den Verbraucher bieten diese Modelle die Möglichkeit zur Kosteneinsparung. Wird auf die Preisanreize reagiert und bestimmte Geräte (z.B. Geschirrspüler, Waschmaschine) genau dann eingeschaltet, wenn günstiger Strom verfügbar ist, können die Stromkosten gesenkt werden. Feedbacksysteme wie z.B. Displays ermöglichen die Darstellung des aktuellen Tarifs und dessen Entwicklung in Verbindung mit der Visualisierung des Verbrauchs und Hinweisen zur Abschaltung aktiver Geräte oder Ähnlichem.¹⁰³

Ein Vorteil für den Verbraucher und den Versorger gleichermaßen liegt auch in der automatischen Zählerfernablesung. Dies spart zum einen Zeit und Personal und ermöglicht zum anderen eine genauere Abrechnung. Für den Verbraucher bringt das den Vorteil einer häufigeren und exakteren Abrechnung (z.B. monatsgenau) ohne vorherige Abschlagszahlungen und einer erhöhten Kontrolle. Für den Versorger ermöglicht die Verbindung zum Zähler des Kunden neben der Fernablesung wenn nötig auch das Ein- und Abschalten der Stromzufuhr aus der Ferne.¹⁰⁴

Über die dargestellten Grundfunktionen hinaus sind weitere Funktionen denkbar. So kann auch der Verbrauch einzelner Haushaltsgeräte angezeigt werden, sofern diese dafür ausgestattet und mit dem Netz verbunden sind. Damit wird auch das automatische Einschalten von Geräten zu lastärmeren Zeiten sowie eine Fernsteuerung einzelner Geräte beispielsweise über eine mobile App möglich. Warnhinweise oder Signale können dazu dienen, Stromfresser oder nicht verwendete Geräte zu identifizieren und den Verbraucher auf Einsparmöglichkeiten hinzuweisen.¹⁰⁵ Zusammenfassend beschreiben CHEN ET AL. (2017) die Vorteile: „*in general, environmentally conscious residents can reduce their carbon footprint more efficiently with Smart Meters.*“¹⁰⁶

Eine der wichtigsten Mehrwerte im makroökonomischen Kontext liegt in den Auswirkungen auf die Umwelt. So ist das Ziel eine Verringerung der CO₂-Emissionen. Durch die Einsparungen, die mit der Verwendung von Smart Metern erreicht werden, kann eine Zurückfahren der Stromproduktion erreicht werden. Weiterer wichtiger Punkt ist, wie bereits beim Thema variable Tarifstrukturen erklärt, die bessere Integration erneuerbarer Energien, die ebenfalls dazu beitragen, Emissionen zu senken. Zudem kann ein Rückgang der fossilen Energieerzeugung auch externe Kosten senken (Luftverschmutzung, Gesundheitsschäden, Gebäudeschäden, Ernteauffälle). Eine genaue Erläuterung dieser Auswirkungen würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Ebenfalls als Vorteil genannt wird die weitere Stimulierung des Wettbewerbs in der Energiewirtschaft, wofür durch das Smart Metering eine Voraussetzung geschaffen wird. So macht die neue Technologie einen Anbieterwechsel einfacher und effizienter,

¹⁰² Vgl. Fleissner, Hahnel, Götz (2014), S. 21 ff.

¹⁰³ Vgl. Schnurre (2014), S. 35

¹⁰⁴ Vgl. Verbraucherzentrale (2016)

¹⁰⁵ Vgl. Forsa (2010), S. 12 ff.

¹⁰⁶ Vgl. Chen et al. (2017), S. 93

womit die Marktmacht einzelner Anbieter reduziert wird. Zudem werden neue Dienstleistungen wie z.B. das Angebot von Feedbacksystemen möglich, wodurch ein Anbieter die Möglichkeit hat, einen Zusatznutzen für seinen Kunden zu bieten.

Die folgende Tabelle gibt noch einmal einen Überblick über die Hauptfunktionen und Mehrwerte des Smart Meterings, eingeteilt in sechs Kategorien:

	Funktion	Wirkungen/ Konsequenzen
Informationsbereitstellung	Monitoring	Einblick in den eigenen Stromverbrauch Sichtbarmachen von Einsparpotenzialen Erhöhung von Transparenz und Kontrolle
	Datendienste	Verbesserte Prognose des Energieverbrauchs und der Einspeisung
	Tarife	Übermittlung von Preisinformationen, Anreize für Lastverlagerung und Energieeinsparung aktives Verschieben bestimmter Haushaltsgeräte in lastärmere Zeiten
Zustandsüberwachung	Netzmanagement	Verbesserter Netzbetrieb und Erhöhung der Versorgungssicherheit Verbesserung der Netzüberwachung
	Lastmanagement	Verbesserung der Lastprognose Verbesserung der Einspeisung erneuerbarer Energien
	Administration	Verbessertes Zählermanagement
Fernablesen	Ablesung	Verbesserter Turnus der Ablesung Ermöglicht z.B. monatsgenaue Abrechnung, bessere Kontrolle Verbesserte Sonderabrechnung (z.B. bei Lieferantenwechsel)
Fernsteuerung	Einspeisemanagement	bessere Steuerung dezentraler Erzeugungsanlagen
	Fernschaltung	Abschalten von Erzeugungseinrichtungen oder Energieverbraucher Drosselung der Leistungsabnahmen Sperrung und Entsperrung von Kunden
Kommunikation	Mehrwertdienste	Nutzung des Gateways als Kommunikationskanal z.B. für Sicherheitsservices verbesserte Kommunikation mit externen Marktteilnehmern Hinweise auf Einsparmöglichkeiten und automatische Steuerung von Haushaltsgeräten Angebot neuer Zusatzdienste und innovativer Geschäftsmodelle
Makroebene	Umwelt	Einsparungen von Emissionen, Reduktion Umweltbelastung Senkung externer Kosten
	Energiebranche	Beitrag hin zu einer digitalen Energiewirtschaft neue Geschäftsmodelle (z.B. Smart Home)

Tabelle 3: Übersicht Mehrwerte des Smart Meterings

3.2.4 Risiken und Herausforderungen des Smart Meterings

Neben diesen Mehrwerten birgt der Einsatz von Smart Metern jedoch auch Risiken. Vor allem bei Verbraucherschützern steht die Technologie stark in der Kritik. Das größte Risiko und damit auch die zentrale Herausforderung für die verantwortlichen Betreiber ist das Thema Datensicherheit und Datenschutz.

Bezüglich der Datensicherheit besteht die Gefahr des Datenmissbrauchs oder der Datenmanipulation durch unbefugte Dritte. Doch auch der Verbraucher selbst könnte den

Verbrauch zum eigenen Vorteil manipulieren. Bei der Stromversorgung handelt es sich insgesamt um eine sensible Infrastruktur. Die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien und die fortschreitende Vernetzung führen zu einer Bedrohung durch Cyberangriffe. Manipulationen und unbefugte Eingriffe können im schlimmsten Fall zu einem großflächigen Blackout in der Stromversorgung führen.¹⁰⁷ Des Weiteren könnten Informationen aus den Smart Meter- Daten zur Vorbereitung von Straftaten genutzt werden. Die Verbrauchsinformationen geben Hinweise zu welchen Zeiten Häuser oder Wohnungen leer stehen. Die Verbrauchsmuster weisen beispielsweise darauf hin, wann die Bewohner normalerweise bei der Arbeit sind, oder zeigen, wenn diese sich längere Zeit nicht in der Wohnung aufhalten (z.B. Urlaub, Geschäftsreisen).¹⁰⁸

Neben dem Sicherheitsrisiko durch Cyberangriffe ist auch der Datenschutz ein großes Thema. Die intelligenten Messsysteme ermöglichen, dass personenbezogene Daten massiv gesammelt werden. Aus den aufgezeichneten Verbrauchsdaten können einfach Rückschlüsse auf die Gewohnheiten der Verbraucher gezogen werden. In einer Stellungnahme des EU-Datenschutzbeauftragten heißt es: „*data may track what members of a household do within the privacy of their own homes*“.¹⁰⁹ Durch die Echtzeitübertragung von Nutzerdaten entsteht ein detaillierterer Einblick in Verbrauchsmuster, als dies bei den bisherigen, i.d.R. jährlichen, Ablesezyklen der Fall war. Potenziell erfährt man so, welche Geräte wann in Betrieb genommen werden, oder in welchen Zeiträumen der Energiekonsum komplett heruntergefahren wird. All dies führt zu Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre und dem Schutz persönlicher Daten. Verbrauchsprofile bieten in Verbindung mit der Verfügbarkeit von Daten aus anderen Quellen ein großes Potenzial für Data Mining. Durch die Sammlung und Aggregation von Daten (z.B. Demografie) können individuelle Profile entstehen. In der Stellungnahme des EU-Datenschutzbeauftragten werden mögliche Folgen eingehend erläutert:

“To illustrate, by analyzing detailed electricity usage data it may be possible in the future to infer or predict -also on a basis of deductions about the way in which electronic tools work- when members of a household are away on holidays or at work, when they sleep and awake, whether they watch television or use certain tools or devices, or entertain guests in their free-time, how often they do their laundry, if someone uses a specific medical device or a baby-monitor, whether a kidney problem has suddenly appeared or developed over time, if anyone suffers from insomnia, or indeed whether individuals sleep in the same room.”¹¹⁰

Solche Profile können in vielen Bereichen ihren Einsatz finden, allem voran in Marketing und Werbung. In Verbindung mit Daten über den Kauf bestimmter Produkte wird einsehbar, wo, wann und wie ein Konsument diese nutzt. Diese Zusatzinformationen

¹⁰⁷ Vgl. Clean Energy Project (2015)

¹⁰⁸ Vgl. Schneidewindt, Sieverding (2015), S. 3

¹⁰⁹ Stellungnahme EU-Datenschutzbeauftragter (2008), S. 5

¹¹⁰ Ebd. (2008), S. 5

können beispielsweise für Targeting und personalisierte Werbeformen genutzt werden. Außerdem können Verbraucherprofile für andere Drittparteien - z.B. Behörden wie Polizei und Krankenkassen oder Arbeitgeber - von Interesse sein.¹¹¹

Die Hauptherausforderungen in Bezug auf Datenschutz und Datensicherheit betreffen zusammengefasst fünf Bereiche:

Personenbezug: Bei den durch Smart Meter erhobenen Daten handelt es sich um personenbezogene Daten im Sinne des § 3 Abs. 1 BDSG, Grund dafür ist die Möglichkeit Zusammenhänge zum Anschlussnutzer herzustellen. Es ist damit objektiv möglich, direkt oder indirekt einen Personenbezug herzustellen.

Detaillierte Personen- und Verhaltensprofile: Die anfallenden personenbezogenen Daten sind kritisch, da ein detaillierter Rückschluss auf die Lebensgewohnheiten und persönlichen Verhältnisse der Stromverbraucher möglich ist. Es ergibt sich eine hohe Tiefe und Aussagekraft der Profile durch Datendichte, Datenqualität und Erhebungsdauer (eine sekundengenaue Auslesung führt zu 31,5 Mio. Datensätze pro Jahr und Gerät).

Unmerkliche Datenerhebung: Die Datenerhebung erfolgt weitgehend unbemerkt vom Nutzer, da die Daten lautlos, unsichtbar und automatisch, ohne aktive Beteiligung des Nutzers erfasst werden. Zudem ist der Weg der Daten intransparent, d.h. es ist schwer nachvollziehbar welche Drittanbieter die Daten erhalten, nutzen und weiterverarbeiten.

Gefahr der Zweckentfremdung: Bei großen Datenmengen besteht die Gefahr der missbräuchlichen Verwendung. Durch Herauslösen der Daten aus dem ursprünglichen Erhebungskontext wird der Zweckbindungsgrundsatz verletzt. Durch technische Entwicklungen und „Big Data“ ergeben sich jedoch vielfältige Verwendungsmöglichkeiten die kaum eingrenzbar sind (z.B. auch Verknüpfung mit Daten aus der Gas-, Wärme- oder Wasserversorgung).

Datensicherheit: Die umfassende Vernetzung führt zu einer höheren Vulnerabilität und steigert die Gefahr, dass Kriminelle einen Zugang finden. Es ergeben sich Möglichkeiten wie Stromdiebstahl, die Verfälschung von Daten und Infizierung mit Schadsoftware. Wird die Stromversorgung von außen unterbrochen, kann das zu Ausfällen führen, die lebensbedrohlich werden können (Geräte zur Gesundheitsversorgung etc.). Außerdem erhöht sich auch das Einbruch-/ Diebstahlrisiko.¹¹²

Ein weiterer Kritikpunkt am Einsatz der Technologie betrifft die entstehenden Kosten für den Endverbraucher. Viele Studien und Pilotprojekte weisen darauf hin, dass die Einsparpotenziale durch ein Smart Meter basiertes Energiemanagement in den meisten Fällen geringer sind, als die – durch Umbau, Installation und Betrieb – entstehenden Kosten.¹¹³ Zu beachten ist auch, dass sich der Zusatznutzen für den Ver-

¹¹¹ Vgl. Stellungnahme EU-Datenschutzbeauftragter (2008), S. 4ff.

¹¹² Vgl. Lübemann, Ortmann, Pokrant (2016), S. 127 ff,

¹¹³ Vgl. Schneidewindt, Sieverding (2015), S. 2 f.

braucher erst durch weitere Investitionen in Display-Geräte oder gar intelligente Haushaltsgeräte ergibt.¹¹⁴

Auch mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit werden häufig angeführt. Ständige Strahlungen und elektromagnetische Felder (Hochfrequenzstrahlung) werden als gesundheitsschädlich deklariert und vom internationalen Krebsforschungszentrum auch als potenziell krebserregend eingeschätzt.¹¹⁵

Letztendlich weisen verschiedene Studien auf eine Ungenauigkeit in der Messung durch Smart Meter hin. Die „Intelligenz“ der Zähler wird häufig angezweifelt. Eine Studie der Universität Twente¹¹⁶ überprüfte die Genauigkeit verschiedener Modelle. Laut diesen Ergebnissen weisen mehr als 50 Prozent der Zähler Werte über dem eigentlichen Verbrauch auf, teilweise wird dieser um über 500 Prozent zu hoch ausgewiesen.¹¹⁷

3.2.5 Rechtliche Vorgaben zu Datenschutz und Datensicherheit

Um den hohen Anforderungen an Datenschutz und –sicherheit nachzukommen beinhaltet das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende ein Paket technischer Richtlinien und Schutzprofile des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). In Deutschland werden nur solche intelligenten Messsysteme zugelassen, die den Vorgaben dieser Richtlinien und Profile gerecht werden.¹¹⁸ Laut BMWi setzt die Verankerung im Gesetz hohe Datenschutz- und Sicherheitsstandards für Entwicklung, Produktion, Auslieferung und Betrieb des Smart-Meter-Gateways, also der Kommunikationseinheit des Messsystems. Damit soll ein Datenschutz-, Datensicherheits- und Interoperabilitätsstandard erreicht werden, „*der es ermöglicht, die BSI-Smart-Meter-Gateways als Kommunikationsplattform für das intelligente Netz zu betreiben und damit als einen Grundbaustein für die sichere Digitalisierung der Energiewende einzusetzen.*“¹¹⁹ Das Gesetz sieht eine Zertifizierung der Messsysteme vor, um zu überprüfen, ob alle definierten Anforderungen auch tatsächlich erfüllt werden.

Das BSI Schutzprofil (BSI-CC-PP-0073) ist zentral für die Umsetzung der Datensicherheit. Es beschreibt mögliche Bedrohungen durch den Einsatz eines Smart-Meter-Gateways und definiert Mindestanforderungen für Sicherheitsmaßnahmen. Um die drei unterschiedlichen Netze (LMN, HAN, WAN) voneinander abzuschotten sind seitens der Hersteller beispielsweise Firewalls in das Gateway zu integrieren. Es muss außerdem sichergestellt werden, dass nur Kommunikationsverbindungen von innen nach außen aufgebaut werden können. Die Kommunikationsflüsse müssen verschlüsselt und integritätsgesichert sein. Die technischen Richtlinien geben aufbauend darauf Vorgaben zur Gewährleistung der Interoperabilität der Komponenten der Messsysteme und spezifizieren die Sicherheitsanforderungen des Schutzprofils näher. So ist der Ein-

¹¹⁴ Vgl. Verbraucherzentrale (2016)

¹¹⁵ Vgl. Clean Energy-Project (2015)

¹¹⁶ Vgl. Leferink, Keyer, Melentjev (2016), S. 45 ff.

¹¹⁷ Vgl. Spiegel-Online (2017)

¹¹⁸ Vgl. Mengi (2016), S. 76 und BMWi (2015), S.1

¹¹⁹ BMWi (2015), S.1

satz eines zertifizierten Sicherheitsmoduls gefordert, welches das SMGW bei der Signaturerstellung bzw. -prüfung, und der Schlüssel- und Zufallszahlengenerierung unterstützt.¹²⁰ Verschlüsselung und Signatur schließen aus, dass Dritte auf dem Transportweg Zugriff auf die Daten erhalten oder die Verbrauchsdaten verfälscht werden können. Eine genaue Ausführung aller Inhalte des Schutzprofils sowie aller technischen Richtlinien würde den Umfang dieser Arbeit sprengen. Wichtig ist, dass an die Zähler selbst keine weitergehenden Anforderungen gestellt werden, die Sicherheitsanforderungen gelten für das SMGW und das Sicherheitsmodul. Die Zähler an sich müssen lediglich sicher in ein intelligentes Messsystem eingebunden werden können.

Neben den technischen Sicherheitsvorgaben beinhaltet das GDEW Regelungen zum Datenschutz und der Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Teil 3, GDEW). Die wichtigsten Inhalte werden kurz dargestellt: Nach § 49 Absatz 1 dürfen personenbezogene Daten nur von berechtigten Stellen erhoben, verarbeitet und genutzt werden. Dazu zählen Messstellenbetreiber, Netzbetreiber, Bilanzkoordinatoren und –verantwortliche, Direktvermarktungsunternehmen nach dem EEG, Energielieferanten sowie jede Stelle, die über eine Einwilligung des Anschlussnutzers verfügt.¹²¹ Diese muss den Anforderungen des Bundesdatenschutzgesetzes genügen. Außerdem darf die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung nur erfolgen, wenn eine Einwilligung des Verbrauchers vorliegt, bzw. es für die Erfüllung der Verträge erforderlich ist.¹²² Die erforderliche Datenkommunikation muss verschlüsselt und in einem einheitlichen Format erfolgen. Personenbezogene Daten sind dabei zu anonymisieren und zu pseudonymisieren.¹²³ Dem Anschlussnutzer kommt ein Informationsrecht zu, d.h. er hat Anspruch auf Einsicht in seine Daten. In § 62 wird festgehalten, dass der Messstellenbetreiber sicherstellen muss, dass der Verbraucher jederzeit die Informationen über seinen Energieverbrauch, die Nutzungszeit, die relevanten Tarifinformationen und historischen Verbrauchswerte einsehen kann.¹²⁴ Weitere Inhalte des Gesetzes sind Vorgaben zur Messwerterhebung, so ist beispielsweise bei Verbrauchern über 100.000 kh/Jahr eine viertelsündige Lastgangmessung vorgesehen. Nach § 57 können vom Messstellenbetreiber auch Stammdaten in erforderlichem Umfang erhoben werden. Personenbezogene Daten müssen zudem gelöscht werden, wenn für die Aufgabewahrnehmung eine Speicherung nicht mehr erforderlich ist.

Die mit Smart Metern erhobenen Daten unterliegen außerdem den Bestimmungen des deutschen Datenschutzes (v.a. des Bundesdatenschutzgesetzes). Hervorzuheben sind dabei die drei Hauptprinzipien Erforderlichkeit, Zweckbindung sowie Datenvermeidung und Datensparsamkeit, die sich auch in den oben aufgeführten Gesetzesinhalten wiederfinden.¹²⁵ Der Grundsatz der Erforderlichkeit besagt, dass die Verarbeitung personenbezogener Daten nur zulässig ist, wenn sie für die Erreichung eines Zweckes

¹²⁰ Vgl. BSI (nd a), S. 16 ff.

¹²¹ Vgl. GDEW (2016), § 49

¹²² Vgl. ebd. (2016), § 50

¹²³ Vgl. ebd. (2016), § 51

¹²⁴ Vgl. ebd. (2016)

¹²⁵ Vgl. DPN (2017)

notwendig ist. Ein Zweck besteht meist in der Erfüllung eines Vertrags oder einer gesetzlichen Aufgabe der Behörde. Nicht erforderliche Datenverarbeitung muss in einer Einwilligung ausgedrückt werden.¹²⁶ Nach dem Zweckbindungsgrundsatz dürfen personenbezogene Daten nur für den Zweck verwendet werden, für den sie auch erhoben wurden. Dieser Grundsatz soll die Verwendung personenbezogener Daten eingrenzen.¹²⁷ Das Gebot der Datenvermeidung und Datensparsamkeit sieht vor, dass prinzipiell so wenig personenbezogene Daten wie möglich erhoben, verarbeitet und genutzt werden. Datenverarbeitungsprozesse sind so zu entwickeln, dass sie mit möglichst wenigen Daten auskommen, und dass die Verarbeitung anonymisierter und pseudonymisierter Daten genügt.¹²⁸ Insgesamt unterliegt jede Art der Datenverarbeitung einem Verbot mit Erlaubnisvorbehalt. Es bedarf also einer rechtlichen Rechtfertigung durch eine Einwilligung oder Erlaubnisnorm. Im deutschen Datenschutzrecht bedarf also jede Form der Datenverarbeitung eines rechtlichen Grundes (entweder die wirksame Einwilligung des Betroffenen oder ein Rechtssatz). Dies besagt § 4 Absatz 1 des Bundesdatenschutzgesetzes: *„Die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten sind nur zulässig, soweit dieses Gesetz oder eine andere Rechtsvorschrift dies erlaubt oder anordnet oder der Betroffene eingewilligt hat.“*

Trotz der Meinung der Politik, dass hohe Standards gegeben sind, wird viel Kritik geäußert was den Datenschutz und die Sicherheit der Zähler betrifft. Die Hauptkritik betrifft vor allem den Grundsatz der Datensparsamkeit. Es wird z.B. gefordert, dass eine häufige Datenübermittlung für Geringverbraucher nur optional sein sollte. Hinsichtlich des Datenschutzes wird kritisiert, dass bestimmte Möglichkeiten wie lastvariable Tarife für datensensible Verbraucher nicht genutzt werden können, da diese häufig an die Übertragung von Daten gebunden sind und was nach Meinung der VZBZ zur Leistungserbringung nicht zwingend nötig wären. Intelligente Messsysteme seien in der Lage, selbstständig lokal zu tarifieren, ohne zusätzlich Daten zu übermitteln. So müssten nur die Monatsstände übermittelt werden, die 15-minütigen Verbrauchswerte könnten intern verbleiben. Da das Gesetz dies jedoch nicht vorsieht, können die Verbraucher nicht selbst darüber entscheiden. Insgesamt fordert der Verbraucherschutz ein größeres Mitbestimmungsrecht. Sicherheitsexperten führen zudem an, dass das Gesetz unzureichend regelt, wie die erhobenen Daten verwendet werden dürfen.¹²⁹ Ebenfalls kritisiert werden die Sicherheitsmaßnahmen. Die Verschlüsselung sei oft zu schwach. Es bestehe die Gefahr, dass diese vom Nutzer ausgeschaltet werden, weil sie in der Bedienung zu kompliziert ist. Insgesamt handelt es sich um eine kritische Infrastruktur. Gefahr besteht damit nicht nur in Angriffen durch Hacker auf private Haushalte. Auch ausländische Regierungen oder Terrorgruppen können hier Ansatzpunkte für Angriffe sehen. Dass die Sicherheitsvorkehrungen vor diesem Hintergrund ausreichend sind, wird seitens Sicherheitsexperten angezweifelt. Es wurden bereits

¹²⁶ Vgl. Wolff, Brink (2013), Rn 23-24

¹²⁷ Vgl. ebd. (2013), Rn 11-12

¹²⁸ Vgl. ebd. (2013), Rn 42

¹²⁹ Vgl. Verbraucherzentrale Bundesverband (2016), S. 8f.

Tests durchgeführt, die zeigen, dass Angriffe die Elektrizitätsversorgung ganzer Städte ausschalten könnten.¹³⁰ Auch bösartige Computerwürmer können vergleichsweise leicht auf den Geräten installiert werden, wodurch möglicherweise die Zähler ganzer Regionen infiziert werden könnten.¹³¹

3.2.6 Ausgewählte Anbieter und Modelle am deutschen Markt

Die Änderungen in der Energiepolitik und die gesetzlichen Vorgaben für eine Einführung von Smart Metern betrifft natürlich in erster Linie die Energieversorger. Diese treiben in unterschiedlichem Ausmaß das Smart Meter Rollout in Deutschland mit voran.

So bezeichnet sich die *RWE* bzw. die Tochter *RWE Metering* als anerkannten Partner für den Einbau und den Betrieb der Messgeräte. Durch den Einbau von Smart Metern sollen die Voraussetzungen für neue Produkte und Dienstleistungen mit zusätzlichem Kundennutzen geschaffen werden. Ein erstes Pilotprojekt wurde in Mülheim an der Ruhr durchgeführt, wobei über 100.000 Zähler verbaut wurden. Damit will sich die *RWE* weiter als Know-How-Träger etablieren.¹³² Seit 2016 steht die *RWE* Tochter *Innogy* für Innovation und Technologie im Energiemarkt und übernimmt die Montage, die Inbetriebnahme sowie die Administration und das Messdatenmanagement für das Smart Metering.¹³³ Über die Aufbereitung der Verbrauchsdaten in einer webbasierten Darstellung soll ein übersichtliches Monitoring für den Kunden ermöglicht werden. Mit der Installation von „innogy Smart Home“ können integrierte Geräte per App gesteuert und der Stromverbrauch sowie die eigene Erzeugung überblickt werden.¹³⁴

Auch die *E.ON Metering GmbH* bietet Lösungen für den Einbau, die Gateway Administration und das Datenmanagement an.¹³⁵ Ebenso wurden Pilotprojekte in Fehmarn, Rügen, Sachsen-Anhalt und Niederbayern durchgeführt. Diese sollen helfen Erfahrungen zu sammeln und die Technologien zu optimieren, um das Angebot besser auf Kundenwünsche ausrichten zu können.¹³⁶ Ein weiteres Angebot ist die Powerfox-App. Energiedaten sind damit in Echtzeit auf dem Smartphone einsehbar. Die App soll eine Datenkontrolle für den Verbraucher und Einblicke in die eigene Stromerzeugung bieten. Als Verbraucher kann man so den eigenen Energieverbrauch sowie den Speichereinsatz selbst steuern. Weitere Vorteile der App sind aktuelle Informationen über den Energiepreis verbunden mit Einspartipps und ein Vergleich der Verbrauchsdaten für angebundene Geräte.¹³⁷ In Großbritannien bietet E.On außerdem ein Smart Energy Display an. Auch dieses zeigt den Energieverbrauch der angebotenen Geräte an und, gibt einen Überblick über den Energieverbrauch und die Kosten.¹³⁸

¹³⁰ Vgl. Der Tagesspiegel (2015)

¹³¹ Vgl. Zeit Online (2010)

¹³² Vgl. RWE (2015)

¹³³ Vgl. Innogy (2016)

¹³⁴ Vgl. Innogy (nd)

¹³⁵ Vgl. E.On Smart Metering (nd)

¹³⁶ Vgl. E.On (2017)

¹³⁷ Vgl. E.On (nd)

¹³⁸ Vgl. E.On UK (nd)

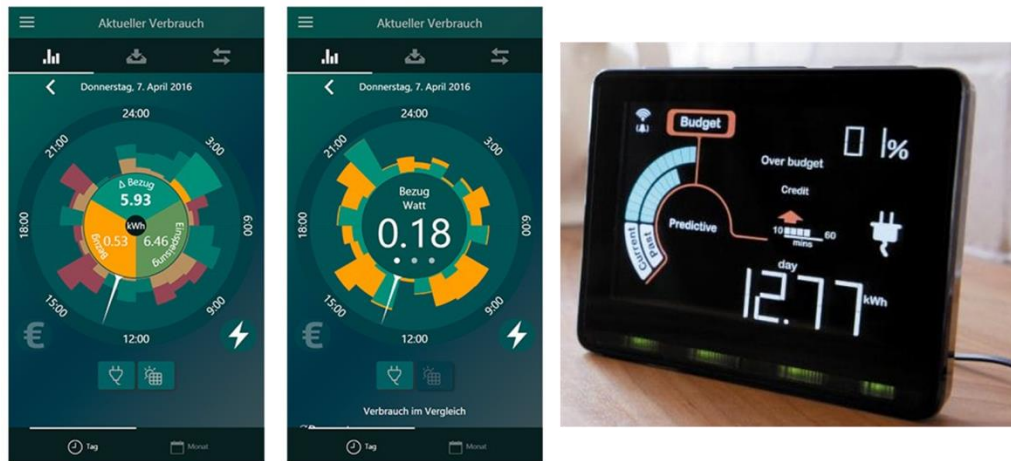


Abbildung 5: Powerfox App und In-Home Display der RWE

Auch *Vattenfall* realisierte ein erstes Pilotprojekt in Berlin in Zusammenarbeit mit *Device* und *Green Pocket*. Eine Visualisierung der Smart Meter Daten war dabei auf dem Fernseher, per App auf iPhone oder iPod sowie in einem Online-Portal möglich. Dabei wurden die Daten vom Zähler an das Kommunikationsmodul in der Wohnung des Kunden geleitet; angezeigt werden konnte der aktuelle Zählerstand, der Energieverbrauch und die Lastkurve genauso wie der vergangene Verbrauch und eine Prognose. Außerdem erhielt der Kunde einen Überblick über seine CO₂ Emissionen.¹³⁹

Die *EnBW* entwickelt in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern eine Komplettlösung, genannt *SmartpackX*. Diese soll das komplette Leistungsspektrum rund um die intelligenten Messsysteme umfassen und ist dabei modular aufgebaut. Neben der Installation, Administration und Zählerdatenbeschaffung wird die Kommunikationstechnik bereitgestellt und die Abwicklung von Last- und Einspeisesteuerung übernommen. Analyse- und Visualisierungslösungen gehören ebenfalls zum Angebot. Hierfür wurde ein sog. „smartPortal“ umgesetzt.¹⁴⁰

¹³⁹ Vgl. Vattenfall (2010)

¹⁴⁰ Vgl. EnBW (nd)



Abbildung 6: EnBW Smart Meter Portal¹⁴¹

Neben den großen Energieversorgern bieten auch andere Unternehmen beispielsweise der Software-Branche Lösungen im Bereich Smart Metering an. Drei Anbieter werden hier beispielhaft aufgeführt; dabei wird auch noch einmal deutlich welche Visualisierungsmöglichkeiten generell bestehen. *GreenPocket* ist ein Anbieter für Smart Energy Lösungen. Das Unternehmen bietet Energieversorgern und Serviceprovidern Software-Lösungen für Smart Metering an. Ziel ist dabei eine verbraucherorientierte Visualisierung der Verbrauchsdaten. Hierfür werden Webportale oder Apps angeboten. So zeigt das Portal den Verbrauch an, verfügt über einen Budget Manager, der z.B. informiert, wenn bestimmte Kostengrenzen erreicht wurden, und über einen Verbrauchsscheck mögliche Einsparpotenziale aufzeigt. Zusätzlich bekommt der Verbraucher Informationen zu seinem CO₂ Ausstoß, wodurch Bewusstsein für den eigenen Energieverbrauch geschaffen werden soll.¹⁴² Über ähnliche Funktionen verfügt auch die App des Anbieters, die speziell für den mobilen Einsatz von unterwegs gedacht ist.¹⁴³

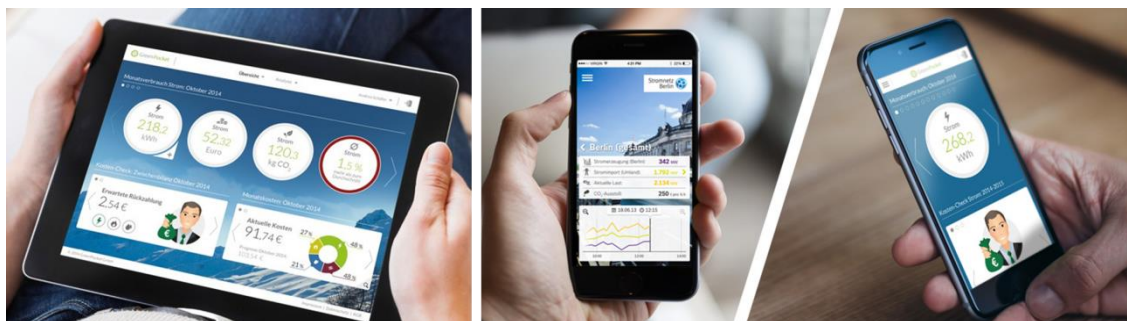


Abbildung 7: GreenPocket Webportal und App

Ein weiterer Anbieter ist NEW Energy. Es wird ebenfalls ein Portal sowie eine App zur Verfügung gestellt; in Verbindung mit dem Smart Meter erlaubt diese das Verbrauchs-

¹⁴¹ Vgl. Proteus Solutions (2013)

¹⁴² Vgl. GreenPocket (nd-a)

¹⁴³ Vgl. GreenPocket (nd-b)

management und Energiemonitoring, liefert Detailanalysen für den Verbrauch einzelner Geräte und soll Stromfresser identifizieren. Dies wird als Komplettpaket mit der Installation des Zählers angeboten.¹⁴⁴

Zuletzt soll die Discovery GmbH vorgestellt werden. Dieses Unternehmen gilt als einer der führenden Komplettanbieter von Smart Metering Lösungen. Auch hier umfasst das Angebot die Entwicklung und den Betrieb der Zähler, Webportale und Apps für die Verbrauchstransparenz. Energieverbrauch und -erzeugung von Geräten oder Anlagen werden in Echtzeit gemessen, ausgewertet und dem Anwender zur Verfügung gestellt.¹⁴⁵

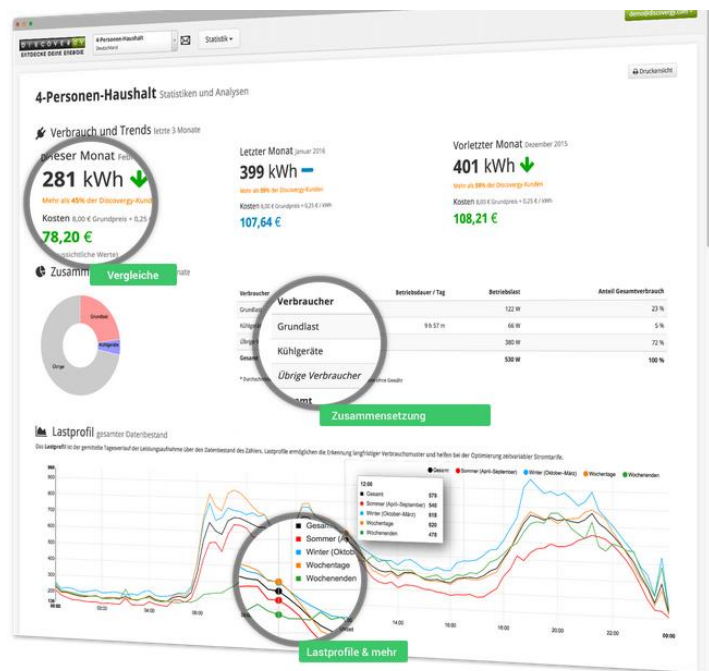


Abbildung 8: Discovery Verbrauchsportale

Dieses Kapitel gibt nur einen kleinen Überblick über die Angebotslandschaft. Es können selbstverständlich nicht alle Angebote und Akteure vollständig abgedeckt werden. Ziel ist es, einen Einblick in mögliche Feedbacksysteme und Gesamtlösungen zu geben.

3.3 Theoriemodelle Akzeptanzforschung und Adoption von Innovationen

Der erfolgreiche Einsatz von Smart Metering Technologien und die aktive Nutzung möglicher Anwendungen zur Steigerung der Energieeffizienz setzt ein Bewusstsein und die Akzeptanz auf Kundenseite voraus. Das folgende Kapitel befasst sich mit den Theorien und Modellen der Akzeptanzforschung und der Adoption von Innovationen, auf die sich Arbeiten zur Akzeptanz neuer Technologien größtenteils beziehen. Zu Beginn erfolgt eine Einordnung des Akzeptanzbegriffs. Im Zentrum steht das Technologieakzeptanzmodell von Davis, das in seiner Entwicklung und seinen Erweite-

¹⁴⁴ Vgl. NEWEnergie (nd)

¹⁴⁵ Vgl. Discovery GmbH (nd)

rungen betrachtet wird. Zudem werden erste Ansätze in Richtung eines SETAMs (Sustainable Energy Technology Acceptance Model) diskutiert und aufbauend auf den Erkenntnissen ein eigenes Modell als Grundlage für die empirische Untersuchung entwickelt.

3.3.1 Einordnung des Akzeptanzbegriffs

Erfolg und Scheitern von technologischen Innovationen werden in der Forschung häufig vor dem Hintergrund der Akzeptanz betrachtet. Die sogenannte Akzeptanzforschung entstand in den 60er Jahren als Erklärungsansatz des sozialen und technischen Wandels, seit den 70er und 80er Jahren beschäftigt sich die Akzeptanzforschung speziell mit den Kriterien der Übernahme bzw. Ablehnung von Innovationen.¹⁴⁶ So bezeichnet zum Beispiel KOLLMANN (1998) Akzeptanz als Schlüsselbegriff für die Erfolgsmessung und -prognose technologischer Innovationen, da

„die Einführung von Neuerungen durchaus nicht gleichbedeutend mit deren Akzeptanz [...] ist, so dass nicht alles, was technologisch möglich scheint, auch unmittelbaren absatzorientierten Erfolg verspricht.“¹⁴⁷

Er sieht deshalb die Akzeptanzforschung als adäquates Werkzeug für das Marketing an, um der Aufgabe der Analyse potenzieller Absatzmärkte gerecht zu werden.¹⁴⁸

Der Begriff „Akzeptanz“ kann allgemein im Widerspruch zur Ablehnung erklärt werden und ist damit im Zusammenhang mit technologischen Innovationen als positive Annahme-Entscheidung zu sehen.¹⁴⁹ Ähnlich definiert auch FAUSER (1990) den Begriff, wonach sich die Akzeptanz einer bestimmten Technik in der Form äußert, dass eine Person diese annimmt, praktisch nutzt und deren Verbreitung gut heißt oder billigt.¹⁵⁰

Während in der klassischen Akzeptanzforschung zu Beginn lediglich die Einstellung zu einem Objekt untersucht wurde, bezieht der marketingorientierte Ansatz die Nutzung von Innovationen mit ein und ist damit prozessorientiert.¹⁵¹ Je nach Autor wird dabei dem Konstrukt Akzeptanz eine affektive, kognitive und konative Komponente zugeschrieben. Häufig ist die Unterscheidung zwischen Einstellungs- und Verhaltensakzeptanz, wobei z.B. MÜLLER-BÖLING UND MÜLLER (1986) letzteres mit der tatsächlichen Nutzung gleichsetzen.¹⁵²

KOLLMANN (1998) entwickelt ein Modell zur dynamischen Betrachtung über drei Phasen hinweg, wonach die Akzeptanz von drei Erklärungsebenen abhängt. Er unterteilt den Akzeptanzprozess in drei zeitliche Ebenen:

¹⁴⁶ Vgl. Kollmann (1998), S. 54

¹⁴⁷ Ebd. (1998), S. 2 f.

¹⁴⁸ Vgl. ebd. (1998), S. 3

¹⁴⁹ Vgl. Kittl (2008), S. 52

¹⁵⁰ Vgl. Fauser (1990), S. 167 f.

¹⁵¹ Vgl. Kroeber Riel, Gröpper-Klein (2013), S. 103

¹⁵² Vgl. Müller-Böling, Müller (1986), S. 18 f.

- *Einstellungsebene*: Verknüpfung von Wert- und Zielvorstellungen mit einer rationalen Handlungsbereitschaft; aus kognitivem Wissen heraus wird eine Nutzungsentscheidung durch Abwägen von Vor- und Nachteilen gebildet
- *Handlungsebene*: Aktive Umsetzung der rationalen Handlungsbereitschaft durch freiwillige Übernahme
- *Nutzungsebene*: Umsetzung in einer freiwilligen, konkreten, aufgabenbezogenen Nutzung¹⁵³

Der Autor unterscheidet somit zwischen den Konstrukten Einstellungs-, Handlungs-, und Nutzungsakzeptanz. Kollmann (1998) definiert Akzeptanz wie folgt:

*„Akzeptanz ist die generelle Verknüpfung einer inneren Begutachtung und Erwartungsbildung, einer Übernahme bzw. eines Kaufs des Produktes und einer freiwilligen [...] überdurchschnittlichen intensiven Nutzung bis zum Ende des gesamten Akzeptanzprozesses.“*¹⁵⁴

Für ein ganzheitliches Bild der Akzeptanz sollten auch nach KÖNIGSTORFER (2008) sowohl einstellungs- und absichtsbildende Prozesse vor einer Anschaffung sowie die Nutzung nach einer Anschaffung betrachtet werden.¹⁵⁵ Zusammenfassend wird in der Akzeptanzforschung also zwischen einem Einstellungs- und einem Verhaltensaspekt unterschieden, Akzeptanz beinhaltet die Einstellung gegenüber einem Verhalten und das Verhalten selbst. Der Begriff wird interdisziplinär verwendet und entsprechend dem Untersuchungsziel, -gegenstand und der Forschungsrichtung verschieden definiert.¹⁵⁶

In der Literatur werden außerdem die Begriffe Akzeptanz und Adoption uneinheitlich verwendet und häufig auch mit Diffusion gleichgesetzt.¹⁵⁷ So unterscheidet Kollmann den Akzeptanzbegriff noch einmal zwischen Adoptions- und Adaptionenakzeptanz. Wobei er in der Adoption die Übernahme eines Objektes ohne Konflikte (freie, uneingeschränkte Akzeptanz) sieht, und in der Adaptionenakzeptanz eine eingeschränkte Akzeptanz, bei der eine individuelle Anpassung an das Produkt notwendig ist, da die Merkmale nicht in das vorhandene Wertesystem passen.¹⁵⁸ ROGERS (1995) definiert die Adoption einer Innovation als *„decision to make full use of an innovation as the best course of action available“* womit die Nutzung einer Innovation explizit mit einbezogen bzw. als Voraussetzung angesehen wird.¹⁵⁹ Ausgehend von dieser Definition bezieht sich die Adoption auf die verhaltensrelevante Phase des Entscheidungsprozesses, wohingegen Akzeptanz in der Phase der Ausbildung von Nutzungsabsichten entsteht.¹⁶⁰ Eine Abgrenzung des Akzeptanzbegriffs von der Adoption bzw. Adaption ist also schwierig; auch in den Studien zum Smart Metering und verwandten Technologien, die im Forschungsstand bereits aufgegriffen wurden, wird Adoption meist

¹⁵³ Vgl. Kollmann (1998), S. 68 f. und Kollmann (2013), S. 57 ff.

¹⁵⁴ Vgl. ebd. (1998), S. 69

¹⁵⁵ Vgl. Königstorfer (2008), S. 10

¹⁵⁶ Vgl. Kroeber-Riel, Gröppel-Klein (2013), S. 737

¹⁵⁷ Vgl. Dudenhöffer (2015), S. 76

¹⁵⁸ Vgl. Kollmann (1998), S. 62 f.

¹⁵⁹ Rogers (1995), S. 21

¹⁶⁰ Vgl. Kroeber-Riel, Gröppel-Klein (2013), S. 737

synonym für Akzeptanz verwendet. Daher wird in der vorliegenden Arbeit keine Unterscheidung vorgenommen. Akzeptanz wird für diesen Forschungszweck definiert als positive Annahmeentscheidung einer Innovation, dabei liegt der Fokus, wie von KROEBER-RIEL UND GRÖPPEL-KLEIN (2013) beschrieben, auf der Nutzungsabsicht. Es wird das prozessbezogene Verständnis der Akzeptanz zugrunde gelegt.

3.3.2 Adoptions- und Diffusionsforschung

Die Akzeptanzforschung basiert auf den Grundlagen der Diffusions- und Adoptionsforschung. Die Theorien in diesem Forschungszweig spielen bei der Frage nach den Ursachen für die Durchsetzung einer technologischen Innovation eine große Rolle und werden damit der Vollständigkeit halber kurz umrissen, bevor die Modelle zur Technologieakzeptanz genauer thematisiert werden.

Die Adoptionstheorie beschäftigt sich mit den Faktoren, die den Verlauf des Adoptionsprozesses beeinflussen, der, wie oben definiert von ROGERS (1995), als vollumfängliche Nutzung einer Innovation in allen ihren Nutzungsmöglichkeiten verstanden wird.¹⁶¹ Die Phasen des Adoptionsprozesses variieren je nach Autor in der Literatur, das ursprüngliche Modell von ROGERS (1995) definiert fünf idealtypische Phasen:

1. Knowledge (Bewusstsein)	Der potenzielle Nachfrager erfährt von der Existenz einer Innovation.
2. Persuasion (Meinungsbildung)	Versuch, auf Basis weiterer Informationen über die Innovation Vor- und Nachteile abzuwägen und der eigenen Präferenz gegenüberzustellen.
3. Decision (Entscheidung)	Im Fall einer positiven Beurteilung kommt es zu einer Erprobung, je nach Verlauf wird eine Entscheidung für oder gegen die Nutzung gefällt.
4. Implementation (Nutzung)	Die Innovation wird tatsächlich in Gebrauch genommen und die gebildeten Einstellungen überprüft.
5. Confirmation (Bestätigung)	Bei positiven Erfahrungen kommt es zur Bestätigung der Nutzungsentscheidung.

Tabelle 4: Adoptionsprozess nach Rogers (1995) eigene Darstellung in Anlehnung an Kittl (2008)¹⁶²

Der Verlauf des Prozesses ist je nach Person verschieden. Phasen können übersprungen, der Prozess abgebrochen oder mehrmals durchlaufen werden. Der Adoptionsprozess wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, in der Literatur werden produktspezifische, adopterspezifische und umweltspezifische Faktoren unterschieden (Vgl. Abbildung 9).¹⁶³ Diese wirken auf Dauer, Verlauf und Ergebnis des Prozesses.¹⁶⁴ Bei den produktspezifischen Einflussfaktoren handelt es sich um Eigenschaften der Innovation, subjektiv durch den potenziellen Anwender wahrgenommen. Die adopterspezifischen Faktoren beziehen sich auf die Eigenschaften des Individuums bzw. dessen Innovations- bzw. Adoptionsbereitschaft. Soziokulturelle,

¹⁶¹ Vgl. Rogers (1995), S. 21

¹⁶² Vgl. ebd. (1995), S. 21 ff. und Kittl (2008), S. 35 f.

¹⁶³ Vgl. Kittl (2008), S. 37 f.

¹⁶⁴ Vgl. Wriggers (2006), S. 37

politisch-rechtliche und technologische Faktoren werden als umweltbezogene Einflussfaktoren bezeichnet.¹⁶⁵

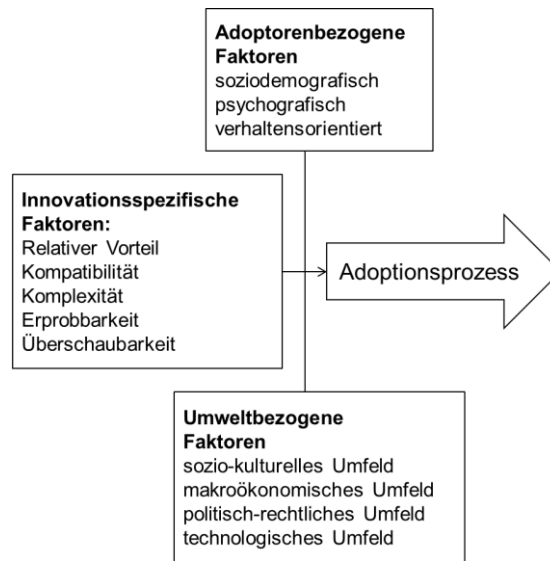


Abbildung 9: Einflussfaktoren auf den Adoptionsprozess (eigene Darstellung in Anlehnung an Meffert et al., 2015 und Kittl, 2008)¹⁶⁶

Die wichtigsten Faktoren für ein erfolgreiches Durchlaufen des Prozesses sind die Risikobereitschaft des Nachfragers, der relative Vorteil der Innovation und die Kompatibilität mit Werten, Normen und Gewohnheiten des Nutzers.¹⁶⁷

Insgesamt bezeichnet die Adoption einer Innovation eine Verhaltensveränderung, die nicht gleichzusetzen ist mit dem Kauf eines neuen Produktes. Ein Adopter wägt ab zwischen der herkömmlichen und der neuen Verhaltensalternative und entscheidet sich für die Neuerung, wenn diese vorteilhafter erscheint als die bisherige.¹⁶⁸

Die Verbreitung von Innovationen ist auch Gegenstand der Diffusionstheorie, jedoch wird diese hier aus einer anderen Perspektive betrachtet. Diffusion wird von Rogers (2003) definiert als „[...] process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system.“¹⁶⁹ Es wird also aus einer makroökonomischen Sichtweise die Ausbreitung einer Innovation in einem sozialen System (zeitlich und räumlich) untersucht, von der Einführung bis hin zur kompletten Marktdurchdringung.¹⁷⁰ Die einzelnen Adoptionsentscheidungen werden gesammelt betrachtet, es ergibt sich eine Diffusion begründet durch die Tatsache, dass die Entscheidung zur Adoption je nach Person (Adopter) über die Zeit verteilt getroffen wird.¹⁷¹ Dies zeigt der idealtypische Verlauf der Diffusionskurve (Vgl. Abbildung 10),

¹⁶⁵ Vgl. Kittl (2008), S. 38 ff.

¹⁶⁶ Vgl. Meffert, Burrmann, Kirchgeorg (2015), S. 410 und Kittl (2008), S.39 ff.

¹⁶⁷ Vgl. ebd. (2015), S. 411

¹⁶⁸ Vgl. Hertel (2014), S. 15

¹⁶⁹ Vgl. Rogers (2003), S. 5

¹⁷⁰ Vgl. Wriggers (2006), S. 35

¹⁷¹ Vgl. Gierl (1987), S. 24

der sich nach Rogers in Innovatoren, frühe Übernehmer, frühe Mehrheit, späte Mehrheit und Nachzügler gliedert.¹⁷²

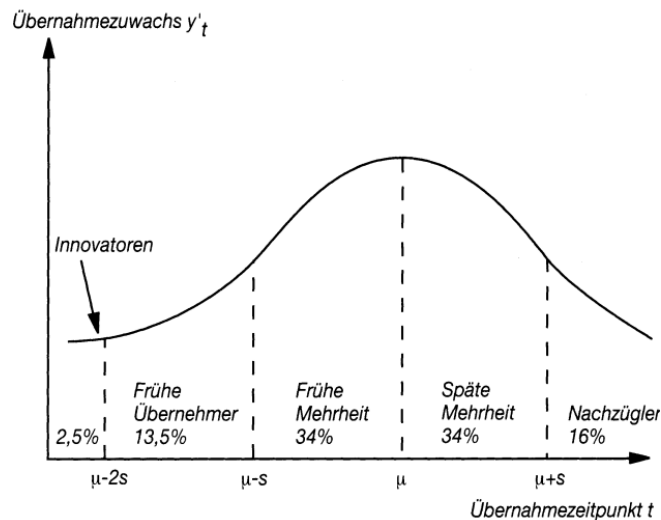


Abbildung 10: idealtypischer Verlauf der Diffusionskurve nach Rogers¹⁷³

3.3.3 Theorien zur Technologieakzeptanz

Akzeptanzmodelle sind Konzepte, die erklären aus welchen Facetten das Konstrukt „Akzeptanz“ besteht und durch welche Faktoren es beeinflusst wird. Es existiert eine Vielzahl von Modellen, die sich mit der Akzeptanz technologiebasierter Systeme auseinandersetzen. Das bekannteste ist das Technologieakzeptanzmodell nach DAVIS (1989). Dieses Modell und seine Erweiterungen werden in diesem Kapitel in den Grundzügen vorgestellt. Im Gegensatz zur Adoptions- bzw. Diffusionsforschung verfolgt die Akzeptanzforschung eine prognostische Zielsetzung.

Technology Acceptance Model (TAM)

Das erste und für viele aufbauende Theorien grundlegende Modell ist das von DAVIS im Jahr 1989 entwickelte Technology Acceptance Model (TAM). Ziel des Modells ist es, für die praktische Anwendung Prognosen zur Akzeptanz neu eingeführter Technologien zu treffen. Es wurde zur Anwendung verschiedener Computertechnologien entwickelt und soll die Determinanten des Nutzerverhaltens erklären: „*The purpose of this research is to pursue better measures for predicting and explaining use*“.¹⁷⁴

Die Annahmen des TAM basieren auf zwei Partialtheorien der Verhaltenspsychologie, welche versuchen, die Determinanten des Verhaltens zu erklären: Die „Theory of Reasoned Action“ (AJZEN/ FISHBEIN, 1975/1980) und die „Theory of planned behaviour“ (AJZEN, 1985/1987). Den Kern beider Theorien bildet die Verhaltensabsicht.¹⁷⁵

Die „Theory of Reasoned Action“ (TRA) geht davon aus, dass ein Verhalten Folge eines rationalen Entscheidungsprozesses ist. Sie besagt, dass dem tatsächlichen Verhalten einer Person eine Verhaltensabsicht vorausgeht, die aufgrund einer systema-

¹⁷² Vgl. Rogers (1995), S. 247

¹⁷³ Vgl. Wirtschaftslexikon „Diffusion“ (nd)

¹⁷⁴ Davis (1989), S. 320

¹⁷⁵ Vgl. Arnold, Klee (2016), S. 14 ff.

tischen Evaluation möglicher Konsequenzen gebildet wird.¹⁷⁶ Die Verhaltensabsicht wird determiniert durch die Einstellung einer Person, die direkt von deren Meinung beeinflusst wird.¹⁷⁷ Des Weiteren wird die Verhaltensabsicht durch die subjektive Norm beeinflusst, auch bezeichnet als sozialen Druck (Annahme darüber, was das Umfeld erwartet).¹⁷⁸

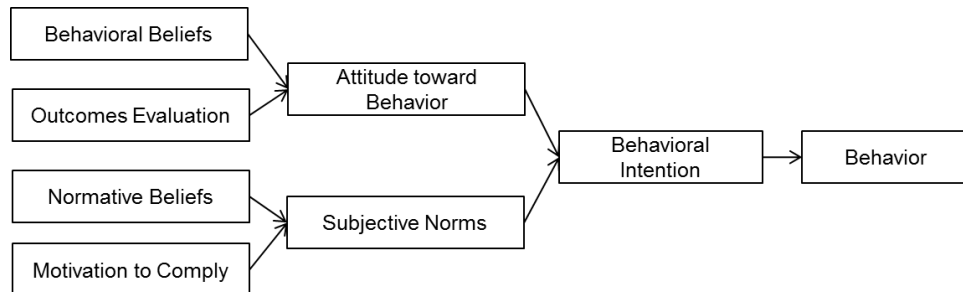


Abbildung 11: Theory of Reasoned Action (Fishbein, Ajzen 1975), Abb. in Anlehnung an Macovei (2015)¹⁷⁹

Die "Theory of Planned Behavior" ist eine Erweiterung der TRA und bezieht die wahrgenommene Verhaltenskontrolle als zusätzliche Einflussvariable auf die Verhaltensabsicht mit ein.¹⁸⁰ Die wahrgenommene Kontrolle bezeichnet das Ausmaß, zu dem eine Person glaubt, die Ressourcen zur Handlung zu besitzen. Eine Kombination der beiden Theorien wurde von Ajzen und Fishbein 2005 veröffentlicht, die Zusammenhänge beider Theorien sind damit in einem Modell ersichtlich (s. Abbildung 12).

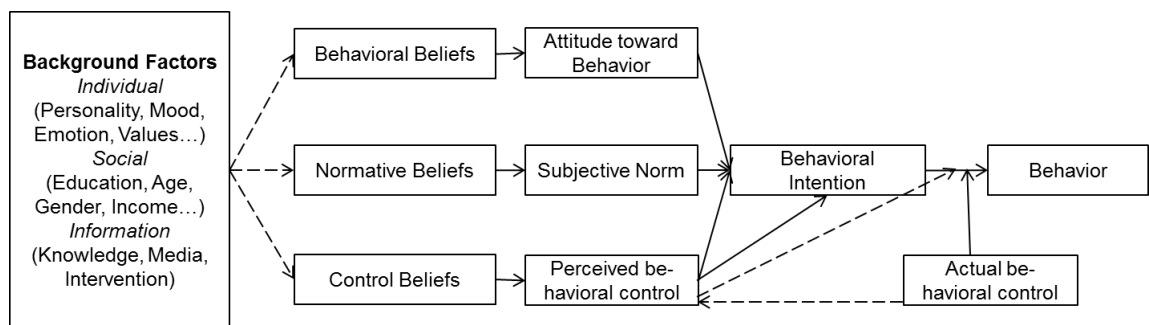


Abbildung 12: Kombinierte Darstellung der TRA und TPB (in Anlehnung an Fishbein, Ajzen, 2005, S. 194)¹⁸¹

Aufbauend auf diesen Modellen lautet die Grundannahme des TAM nach Davis, dass die Variablen „perceived usefulness“ (PU) und „perceived ease of use“ (PEOU) die fundamentalen Determinanten der Nutzerakzeptanz sind. PU definiert Davis hierbei wie folgt: *“The degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance“*.¹⁸² Es geht also um den wahrgenommenen Nutzen, den ein Anwender einer neuen Technologie für die Erledigung der eigenen Aufgaben zuschreibt. PEOU dagegen definiert der Autor als Einfachheit der Nutzung

¹⁷⁶ Vgl. Bauer, Görtz, Haber u.a. (2004), S. 220 f.

¹⁷⁷ Vgl. Ajzen, Fishbein (1980), S. 67

¹⁷⁸ Vgl. Dudenhöffer (2015), S. 78

¹⁷⁹ Vgl. Macovei (2015), S. 17

¹⁸⁰ Vgl. Ajzen (1991)

¹⁸¹ Vgl. Ajzen (2005), S. 194

¹⁸² Davis (1989), S. 320

ohne Aufwand („*the degree to which a person believes that using a particular system would be free of effort*“¹⁸³). Die Hauptaussage des Modells besteht zusammengefasst darin, dass die Verhaltensakzeptanz von der Einstellungsakzeptanz abhängt. Je größer der Nutzen eines Systems und je einfacher die Bedienbarkeit, desto größer ist die Bereitschaft des Anwenders zur Nutzung. Auf die beiden Konstrukte PU und PEOU wirken außerdem externe Variablen ein, die im Originalmodell nicht näher benannt werden.¹⁸⁴

In mehreren Studien analysierte Davis mittel Korrelations- und Regressionsanalysen die Zusammenhänge zwischen den Variablen und konnte sein hypothetisches Modell stützen. Abbildung 13 zeigt einen Überblick über die Zusammenhänge des TAM.

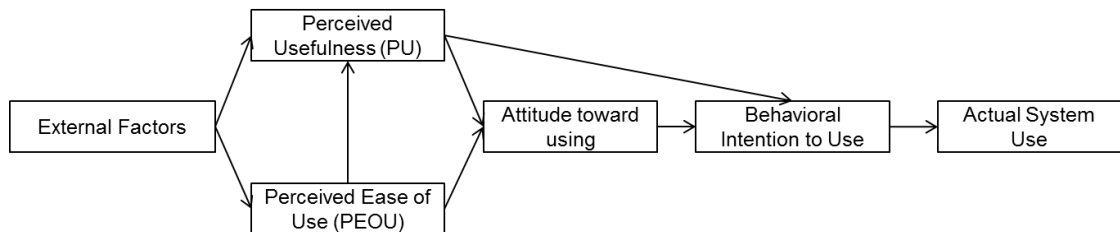


Abbildung 13: Zusammenhänge des TAM (Eigene Darstellung Davis 1989, S. 320 ff.)

Die Hauptkritik am TAM besteht darin, dass die ausgewählten Einflussfaktoren für die Erklärung eines komplexen Sachverhaltes wie der Akzeptanz unzureichend sind.¹⁸⁵ Auch der Autor selbst beschrieb in seiner Arbeit zukünftigen Forschungsbedarf hinsichtlich weiterer Variablen, die in Zusammenhang mit den Variablen PU, PEOU und der Akzeptanz stehen. So sei zum Beispiel die intrinsische Motivation bislang zu wenig beachtet worden. Auch die Einstellungen einer Person müsse in weiteren Modellen mit einbezogen werden.¹⁸⁶

TAM 2

Aufgrund dieser Kritik entstand in einer Folgestudie das als TAM 2 bezeichnete erweiterte TAM von VENKATESH UND DAVIS (2000). Es erklärt den Einfluss sozialer und kognitiv-instrumenteller Prozessvariablen auf den wahrgenommenen Nutzen und auf die Nutzungsintention. Zu den sozialen Prozessvariablen zählen die Autoren die subjektive Norm, die Freiwilligkeit der Nutzung und das Image des Informationssystems. Als kognitiv-instrumentelle Prozessvariablen werden die Relevanz des Systems für die beruflichen Aufgaben, die Ergebnisqualität und die Wahrnehmbarkeit der Ergebnisse betrachtet.¹⁸⁷ Die Forschung der Autoren stützt das hypothetische Modell: *“The extended model was strongly supported [...] accounting for 40% - 60% of the variance in usefulness perceptions and 34%-52% of the variance in usage intentions”*¹⁸⁸.

¹⁸³ Davis (1989), S. 320

¹⁸⁴ Vgl. Jockisch (2010), S. 237

¹⁸⁵ Vgl. ebd. (2010), S. 237

¹⁸⁶ Vgl. Davis (1989), S. 334 f.

¹⁸⁷ Vgl. Jockisch (2010), S. 238

¹⁸⁸ Vgl. Venkatesh, Davis (2000), S. 186

TAM 3

Nach der Aussage der Modelle akzeptieren Nutzer eine Technologie also, wenn diese sinnvoll und einfach zu handhaben ist. Unzureichend untersucht wird dabei jedoch, wie dies erreicht werden kann, was besonders in der konkreten Entscheidungssituation von Interesse ist. Hier setzt das TAM 3 nach VENKATESH UND BALA (2008) an.¹⁸⁹ Der Fokus liegt auf gezielten Interventionsmöglichkeiten. Im TAM 3 werden sechs Faktoren aufgenommen, die zur Beeinflussung der Akzeptanz dienen können: das Selbstvertrauen eines Anwenders, die Wahrnehmung externer Kontrolle, die Systemangst des Anwenders, der spielerische Umgang, das wahrgenommene Vergnügen sowie die Benutzerfreundlichkeit des Systems.¹⁹⁰

Es wurden im Laufe der Zeit immer wieder weitere Modelle entwickelt, die auf dem TAM aufbauen. Beispielsweise integriert PAVLOU (2003) die Variablen Vertrauen und Risiko in ein erweitertes Modell zur Akzeptanz.¹⁹¹ VENKATESH, MORRIS, DAVIS und DAVIS (2003) entwickeln die Unified Acceptance of Information Technology Theorie, welche die TAM Modelle mit der TRA und TPB kombiniert und weitere Faktoren hinzuzieht. Metaanalysen zeigen, dass die Stabilität der Zusammenhänge im TAM überwiegend bestätigt wurden, lediglich der Faktor PEOU war in Abhängigkeit von der Anwendungssituation unterschiedlich gut für die Vorhersage der Einstellungsakzeptanz geeignet.¹⁹² Außerdem folgten immer wieder Anpassungen des Grundmodells an den jeweiligen Forschungsgegenstand einer Akzeptanzanalyse, wie das Kapitel zur Aufarbeitung des Forschungsstandes schon zeigt. Eine ausführliche Darlegung aller Modifikationen des TAMs würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, jedoch wird im Folgenden auf Grund der Relevanz für die empirische Untersuchung ein Überblick über Modelle im Bereich der „Sustainable Energy Technology Acceptance“ gegeben.

3.3.4 Ansatzpunkte eines Sustainable Energy Technology Acceptance Model

Einige empirische Arbeiten beschäftigen sich bereits mit der Anwendung des TAMs auf Technologien im Bereich erneuerbarer Energien. Je nach Forschungsgegenstand wird das Grundmodell erweitert und angepasst, daraus ergeben sich erste Ansatzpunkte für ein Sustainable Energy Technology Acceptance Model (SETAM).

Eine Forschungsarbeit von CHEN, XU UND ARPAN (2017) untersucht sozial-psychologische Einflussvariablen auf die Adoption von Smart Metern in den USA (n = 711). Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt: Die Variablen „Usefulness“ und „Risk to Privacy“ hatten einen direkten Effekt auf die Adoptionsbereitschaft, für Variable „Perceived Costs“ wurde kein signifikanter Einfluss gefunden. Über die Mediatorvariablen Usefulness und Privacy Risk üben auch die persönlichen Variablen Vertrauen in das Versorgungsunternehmen und das Problembewusstsein für Ener-

¹⁸⁹ Vgl. Jokisch (2010), S. 238

¹⁹⁰ Vgl. Venkatesh, Bala (2008), S. 279

¹⁹¹ Vgl. Pavlou (2003)

¹⁹² Vgl. Jokisch (2010), S. 240

giethemen einen Einfluss aus. Für letzteres wurde zudem ein direkter Einfluss nachgewiesen.¹⁹³

Der empirischen Studie von CHEN ET AL. (2017) voran steht die Entwicklung eines TAMs für Technologien im Bereich erneuerbarer Energien, dabei greifen die Autoren auf ein Modell von HUIJTS, MOLIN UND STEG (2012) zurück, bezeichnet als SETAM.¹⁹⁴ Zusätzlich zu den Variablen des TAM werden hier weitere Einflussfaktoren betrachtet, wie das Vertrauen in Unternehmen, Vorwissen, das wahrgenommene Risiko und persönliche Werte. Das Modell bildet durch eine Vielzahl von Variablen einen sehr komplexen theoretischen Rahmen, verschiedene empirische Arbeiten konnten einzelne Zusammenhänge nachweisen, das Modell im Ganzen jedoch nicht prüfen.¹⁹⁵ Das von CHEN ET. AL (2013) modifizierte Modell teilt die Einflussvariablen in drei Bereiche ein: „Individual Differences“, „Technology Attributes“ und „Demographics“. Der Faktor „Ease of Use“ wird bewusst außen vor gelassen:

„Specifically, consumers do not physically use SMs themselves, consumers can certainly monitor their energy use through an in-home display which is provided with an SM but is not a part of an SM. Therefore it might be difficult for consumers to accurately estimate the ease [...] of using.“

Durch die empirischen Ergebnisse konnten die Autoren ihre modifizierte Version des SETAMs für die Adoption von Smart Metern stützen:

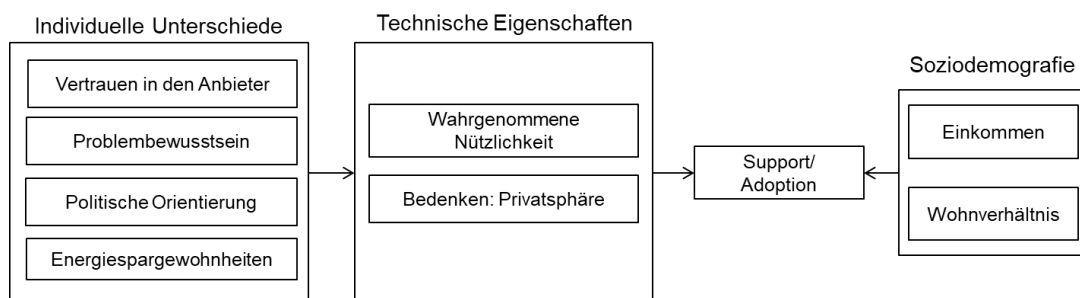


Abbildung 14: Theoretisches Rahmenmodell nach Chen et al. (eigene Darstellung in Anlehnung an Chen et. al, 2017)¹⁹⁶

Ein ähnliches Modell stellten KRANZ UND PICOT (2012) im Rahmen einer Untersuchung zu Nutzungsintentionen von Smart Metern auf. Laut den Autoren nehmen die Variablen des TAM PU und PEOU, sowie das Bewusstsein über den Energiepreis Einfluss auf die Einstellung, die wiederum die Nutzungsabsicht beeinflusst. Zusätzlich wird diese beeinflusst durch Umweltbewusstsein, Normvorstellungen und die wahrgenommene Verhaltenskontrolle.¹⁹⁷

Die Bedeutung der persönlichen Normen und Wertevorstellungen belegt auch eine Studie von TOFT, SCHUITEMA UND THOGERSEN (2014). Die Autoren ergänzen das TAM um die Variable „personal norm“ und konnten damit die erklärte Varianz hinsichtlich der

¹⁹³ Vgl. Chen et al. (2017), S. 93

¹⁹⁴ Vgl. Huijts, Molin, Steg (2012), S. 530

¹⁹⁵ Vgl. Chen et. al (2017), S. 94

¹⁹⁶ Vgl. Ebd. (2017), S. 99

¹⁹⁷ Vgl. Kranz, Picot (2012), S. 3

Akzeptanz von Smart Grid Technologien signifikant steigern. Unter „personal norm“ fallen das Umweltbewusstsein und die persönliche Verantwortung einer Person.¹⁹⁸

AHN, KANG UND HUSTVEDT (2016) erweitern das TAM um die Faktoren Sozialen Druck, Umweltbewusstsein und „Sustainable Innovativeness“, deren Einfluss jedoch nur zum Teil empirisch gestützt werden konnten.¹⁹⁹

Macovei (2015) entwickelt ein Modell zur Erklärung und Vorhersage umweltfreundlichen Verhaltens (in Bezug auf der Einsparung von Energie) auf Basis der Theory of Planned Behavior. Er stützt mit der empirischen Überprüfung des Modells die Annahme, dass die Intention eines umweltbewussten Verhaltens einen positiven Einfluss auf das tatsächliche Verhalten hat; des Weiteren zeigen die Ergebnisse einen Einfluss der Variablen „Bewusstsein über die Konsequenzen umweltbewussten Verhaltens“.²⁰⁰

Diesen teils verschiedenen Modellen ist gemein, dass dem TAM, das ein rationales Verhalten der Anwender zugrunde legt, zusätzliche Variablen in Bezug auf das Wertesystem hinzugefügt werden. Im Bereich erneuerbarer Energien und Technologien in diesem Zusammenhang sind hier vor allem das Umweltbewusstsein und Energiesparabsichten wichtig, auch das wahrgenommene Risiko spielt eine zentrale Rolle.

3.4 Ableitung eines Akzeptanzmodells für die Smart Meter Technologie

Ausgehend von der Darlegung des Forschungsstandes, dem aktuellen Stand des Smart Meterings in Deutschland und den vorgestellten theoretischen Modellen wird nun ein modifiziertes TAM entwickelt, das der empirischen Untersuchung zur Akzeptanz intelligenter Energielösungen auf Basis von Smart Metern beim Endverbraucher zu Grunde gelegt werden kann. Dabei dient das Einstellungs-Nutzungsabsichts-Verhaltenskonzept, auf das DAVIS sein TAM aufbaut, als Grundlage zur Vorhersage der Akzeptanz. Es handelt sich hierbei um ein relativ junges Forschungsfeld, weshalb das Modell möglichst einfach gehalten werden soll. Das Rollout der Smart Meter für Privathaushalte in Deutschland ist Teil des Energiefahrplans der Bundesregierung, weshalb eine Akzeptanz der neuen Messgeräte quasi erzwungen wird. Jedoch gibt es hinsichtlich des Ausmaßes der Nutzung große Unterschiede, so kann eine passive Duldung bis hin zu einer Nutzung aller Funktionen und Potenziale mittels smarterer Lösungen erfolgen. Ausgehend vom Forschungsstand wird angenommen, dass eine aktive Nutzung bisher nur wenig verbreitet ist, weshalb der Fokus auf der Einstellungs- und Nutzungsabsicht liegt. Es werden also die einstellungs- und absichtsbildenden Prozesse vor einer Anschaffung bzw. Nutzung betrachtet.²⁰¹

Ausgehend von den im Forschungsstand und im Kapitel zum SETAM betrachteten Studien haben drei wichtige Faktoren Einfluss auf den Akzeptanz- bzw. Adoptions-

¹⁹⁸ Vgl. Toft, Schuitema, Thogerseri (2014), S. 396 f.

¹⁹⁹ Vgl. Ahn, Kang, Hustvedt (2016)

²⁰⁰ Vgl. Macovei (2015), S. 17 ff.

²⁰¹ Vgl. Königstorfer (2008), S. 10

prozess: die Bedenken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre sowie das Umweltbewusstsein und das aktuelle Energiesparverhalten der befragten Person. Beispielsweise behindern laut WUNDERLICH (2013) vor allem die wahrgenommenen Sicherheitsrisiken die Akzeptanz,²⁰² auch CHOU UND YUTAMI (2014) sehen die wahrgenommenen Risiken in diesem Bereich als Hindernis der Akzeptanz.²⁰³ Viele der weiteren aufgeführten Studien stützen diese Ergebnisse.²⁰⁴ ARKESTEIJN UND OERLEMANTS (2003) kommen bereits zu dem Ergebnis, dass die Einstellung gegenüber der Umwelt einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz von Technologien in diesem Umfeld hat. So erhöhen die wahrgenommene Umweltverantwortung, ein hohes Wissen über erneuerbare Energien und bisheriges nachhaltiges Verhalten die Wahrscheinlichkeit der Akzeptanz.²⁰⁵ Weitere Studien identifizieren den Umweltschutz als wichtiges Motiv.²⁰⁶ Die neuere Forschung, die sich mit der Erarbeitung eines SETAMs beschäftigt, stützt diese Befunde und sieht sowohl die Bedenken hinsichtlich Privatsphäre und Datenschutz als auch die Variable Umweltbewusstsein als wichtige Einflussflussfaktoren.²⁰⁷

Ausgehend von diesem Stand der Forschung werden dem häufig geprüften und empirisch gestützten Grundmodell nach Davis (1989) für die vorliegende Arbeit die beiden Variablen „Bedenken: Privatsphäre und Datenschutz“ und „Umweltbewusstsein und Energiespargewohnheiten“ hinzugefügt. Davis selbst kritisiert an seinem Modell die fehlende subjektive Einschätzung einer Person. So sollten laut Autor weitere Variablen der intrinsischen Motivation und persönlichen Meinung einer Person beigefügt werden,²⁰⁸ dem kommt das erweiterte Modell durch die oben genannten Variablen nach, da es sich hierbei um stark subjektive, durch das persönliche Norm- und Wertesystem geprägte, Themenkomplexe handelt. Des Weiteren werden externe Faktoren betrachtet, die als Einflussvariablen auf den gesamten Akzeptanzprozess mit aufgenommen werden. Dies liegt in den Modellen der Adoptionsforschung begründet, laut denen adopterbezogene, innovationsspezifische und umweltbezogene Faktoren den Prozess beeinflussen. Um die Komplexität des Forschungsmodells jedoch möglichst gering zu halten, wird von einer solchen Einteilung abgesehen. Der Block „externe Faktoren“ beinhaltet somit alle Variablen, von denen ein Einfluss auf die Akzeptanz von Smart Metern in den unten formulierten Hypothesen angenommen wird (Wohnverhältnis, die Größe des Haushaltes, die Einwohnerzahl des Wohnortes, Alter, Geschlecht, Höhe des Einkommens, Verantwortlichkeit für die Stromrechnung, Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien). Die Definition der Modellvariablen sowie deren theoretische Quellen und die in der weiteren Arbeit verwendeten Abkürzungen sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst:

²⁰² Vgl. Wunderlich (2013), S. 8 f.

²⁰³ Vgl. Chou, Yutami (2014)

²⁰⁴ Vgl. z.B. Wolling, Arlt (2013) S. 35 ff., Forsa (2010), S. 20 ff.

²⁰⁵ Vgl. Arkesteijn, Oerlemants (2003), S. 190 ff.

²⁰⁶ Vgl. z.B. Vasiljevskaja et al. (2016), S. 1 ff.

²⁰⁷ Vgl. z.B. Chen et al (2017), S. 99, Toft et al. (2014), S. 396 ff.

²⁰⁸ Vgl. Davis (1989), S. 334 f.

	Determinante	Definition	Quelle
PU	wahrgenommener Nutzen	Das Ausmaß, zu dem eine Person glaubt, dass es nützlich ist, die Technologie zu nutzen.	Davis (1989), S. 320
PEOU	wahrgenommene Einfachheit der Nutzung	Das Ausmaß, zu dem eine Person glaubt, dass es leicht ist, die Technologie zu verwenden.	Davis (1989), S. 320
EA	Einstellungsakzeptanz	Die Einstellung, die eine Person gegenüber der Nutzung der Technologie hat (Einstellungsakzeptanz).	Fishbein, Ajzen (1975), S. 67
VI	Verhaltensabsicht	Die Absicht ein bestimmtes Verhalten (in diesem Fall die Nutzung einer Technologie) auszuüben.	Fishbein, Ajzen (1975), S. 67
U	Nutzung	Umsetzung der Nutzungsabsicht in einer freiwilligen, konkreten, aufgabenbezogenen Nutzung.	Kollmann (1998), S. 68
RI	Bedenken: Privatsphäre und Datenschutz	Bedenken, die hinsichtlich möglicher Risiken der Smart Metering Technologie (speziell im Bereich Datenschutz und Privatsphäre) gehegt werden.	eigene Definition, in Anlehnung an Chen et al. (2017)
UB, EV	Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten	Umweltbewusstsein: Theoretisches Konstrukt mit drei Dimensionen umweltrelevante Wertorientierungen, umweltbezogene Einstellungen und umweltorientierte Handlungsbereitschaften zusammensetzt. Personal conservation behavior: Taking care to conserve resources and protect the environment in personal everyday behavior.	Urban (1986), S. 365; Milfont, Duckitt (2010), S. 90
EF	Externe Faktoren	Wohnverhältnis, die Größe des Haushaltes, die Einwohnerzahl des Wohnortes, Alter, Geschlecht, Höhe des Einkommens, Verantwortlichkeit für die Stromrechnung und die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien	Ausgehend von den Ergebnissen vorhergehender Studien

Tabelle 5: Übersicht über die Modellvariablen, Definition und Quellen

Abbildung 15 zeigt das entwickelte theoretische Rahmenmodell:

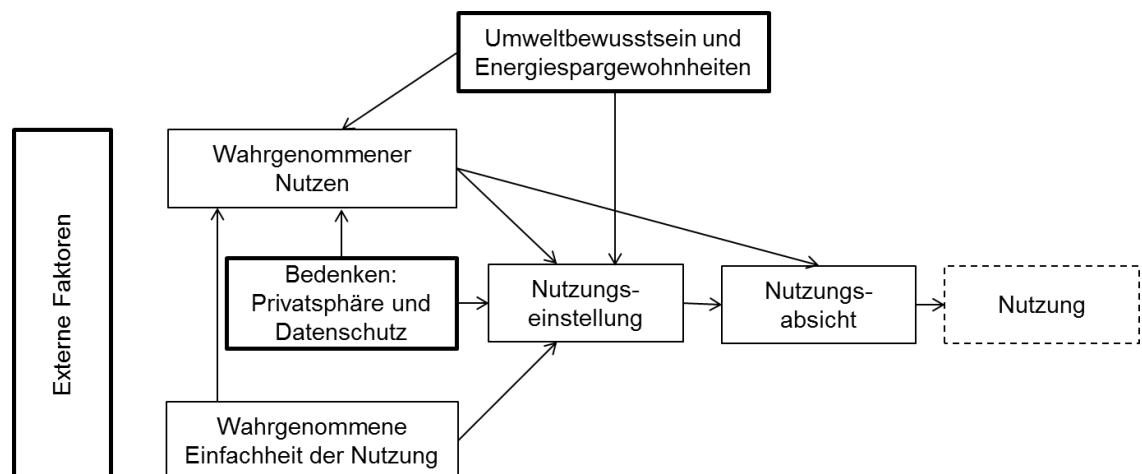


Abbildung 15: theoretisches Rahmenmodell zur Durchführung der empirischen Untersuchung

4 Ableitung der Hypothesen

Die vorangehenden Kapitel zeigen, dass zur Akzeptanz von Smart Metern und darauf basierenden Feedbacktechnologien in Deutschland Forschungsbedarf besteht. Als Grundlage der empirischen Untersuchung werden die drei übergeordneten Fragestellungen nun in Hypothesen untergliedert, die aus bisherigen Forschungsergebnissen und dem entwickelten Rahmenmodell abgeleitet werden:

Fragestellung 1: Wie hoch ist das Bewusstsein für Smart Meter Technologien und wie hoch die Akzeptanz dieser in Deutschland aktuell?

Diese Fragestellung soll einen Überblick über den aktuellen Stand in Deutschland verschaffen und zeigen, inwieweit Bekanntheit und Akzeptanz in der Stichprobe gegeben sind. Die bisherige Forschung ergibt hier ein uneinheitliches Bild, einige Studien zeigen einen Trend, der auf eine steigende Bekanntheit hindeutet.²⁰⁹ Es bietet sich hier dennoch eine explorative Vorgehensweise an, es werden daher für diese Fragestellung keine Hypothesen formuliert.²¹⁰

Fragestellung 2: Welche Faktoren haben Einfluss auf die Akzeptanz und die Nutzung der Funktionen von Smart Metern?

Diese Fragestellung bezieht sich auf das Hauptziel der Erhebung, Einflussfaktoren auf die Akzeptanz herauszufinden. Hierfür werden die Hypothesen in vier Blöcke eingeteilt. Untersucht werden sollen unter (1.) die grundlegenden Zusammenhänge des ursprünglichen TAMs nach Davis, außerdem werden Hypothesen zum Einfluss der Bedenken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre (2.), sowie der Faktoren Umweltbewusstsein und aktuelles Energiesparverhalten aufgestellt (3.). Unter (4.) werden die angenommenen externen Einflussfaktoren zusammengefasst.

1.) Basishypothesen zur Prüfung der Zusammenhänge des TAMs im Smart Meter Umfeld:

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, ist das TAM nach Davis eines der meist geprüften und angewendeten Modelle für die Akzeptanzforschung neuer Technologien. Daher wird dieses auch als Grundgerüst für das in Kapitel 3.5 entwickelte Rahmenmodell zur Akzeptanz im Smart Metering Umfeld verwendet. Zusammengefasst beschreibt das TAM den Einfluss der Variablen PU und PEOU auf die Nutzerakzeptanz und die Nutzungseinstellung, welche wiederum die Nutzungsabsicht determiniert.²¹¹ Mit den Hypothesen in diesem Abschnitt werden die Annahmen auf das Smart Metering Umfeld übertragen.

H1a: Je höher der wahrgenommene Nutzen ist, desto positiver ist die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

H1b: Je höher der wahrgenommene Nutzen ist, desto höher ist die Nutzungsabsicht der Technologie.

²⁰⁹ Vgl. z.B. Wolling, Arlt (2013), S. 35 ff., Forsa (2010), S. 20 ff.

²¹⁰ Vgl. Kuß, Wildner, Kreis (2014), S.31 ff.

²¹¹ Vgl. Davis (1989), S. 320 ff.

H1c: Je höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ist, desto positiver ist die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

H1d: Je höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ist, desto positiver ist der wahrgenommene Nutzen der Technologie.

H1e: Die Nutzungseinstellung beeinflusst die Verhaltensabsicht positiv.

H1f: Die Variablen PU, PEOU, die Nutzungseinstellung sowie die Nutzungsabsicht beeinflussen die Akzeptanz der Technologie positiv.

2.) Hypothesen zur Prüfung des Einflusses der Bedenken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre auf die Akzeptanz:

Wie in Kapitel 3.5 dargelegt weisen empirische Untersuchungen im Smart Meter Umfeld sowie in verwandten Bereichen einen negativen Einfluss durch die Risiken betreffend Datenschutz und Privatsphäre auf, welche häufig mit auf digitalen Technologien basierenden Anwendungen in Verbindung gebracht werden.²¹²

Daher werden folgende Zusammenhänge angenommen:

H2a: Je größer die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre sind, desto geringer ist der wahrgenommene Nutzen der Technologie.

H2b: Je größer die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre sind, desto negativer ist die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

H2c: Die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre beeinflussen die Akzeptanz negativ.

3.) Hypothesen zur Prüfung des Einflusses von Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten auf die Akzeptanz:

Die vorgestellten SETAM-Modelle stützen einen Einfluss des Umweltbewusstseins - welches sich auch im aktuellen Energiesparverhalten einer Person widerspiegelt - auf die Technologieakzeptanz. Auch der Forschungsstand zeigt, dass diese Variablen einen positiven Einfluss beispielsweise auf die Akzeptanz von Elektroautos oder Smart Home Anwendungen haben. Ausgehend von diesen Ergebnissen werden nun Hypothesen zum Einfluss auf die Smart Meter Akzeptanz formuliert.

H3a: Das Umweltbewusstsein sowie das aktuelle Energiesparverhalten einer Person haben einen positiven Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen der Technologie.

H3b: Das Umweltbewusstsein sowie das aktuelle Energiesparverhalten einer Person haben einen positiven Einfluss auf die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

H3c: Das Umweltbewusstsein und das aktuelle Energiesparverhalten haben einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Technologie.

²¹² Vgl. z.B. Chen et al. (2017); Darby (2006); McKenna, Richardson, Thomson (2012)

4.) Einfluss der externen Faktoren auf die Akzeptanz der Smart Meter Technologie:

Für weitere externe Faktoren wird ein Einfluss auf die Akzeptanz angenommen. Diese wurden ebenfalls ausgehend von der Theorieliteratur und dem Forschungsstand ausgewählt. Es werden keine gerichteten Hypothesen formuliert, sondern nachgeprüft, ob und welcher Einfluss gegeben ist. Geprüft wird dies für die folgenden Variablen:

- *Wohnverhältnis und Größe des Haushaltes* → Chen et al. (2017) konnten in ihrer Untersuchung einen Einfluss des Wohnverhältnisses (Mieter/ Eigentümer) und der Haushaltsgröße herausfinden.
- *Verantwortlichkeit für die Stromrechnung* → Die Ergebnisse von Kranz und Picot (2012) deuten auf einen moderierenden Einfluss dieser Variablen hin.²¹³
- *Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien*
- *Einwohnerzahl des Wohnortes*
- *Soziodemografische Variablen* (Alter, Geschlecht, Bildungsstand, Höhe des Einkommens)

Fragestellung 3: Welche Funktionen und Möglichkeiten wünschen sich die Endverbraucher im Hinblick auf Feedback und Kontrolle des eigenen Verbrauchsverhaltens?

Für diese Fragestellung werden ebenfalls keine konkreten Hypothesen formuliert. Es sollen mittels einer Abfrage von Wünschen Ansatzpunkte für weitere Entwicklungs- und Gestaltungsmöglichkeiten sowie die Vermarktung der Technologien gefunden werden. Interessant ist, auf welche Funktionen und Potenziale besonders wert gelegt wird und welche die Akzeptanz zusätzlich behindert könnten. Dafür wird ebenfalls ein exploratives Vorgehen gewählt.

²¹³ Vgl. Kranz, Picot (2012), S. 5

5 Methodik

Ziel der empirischen Untersuchung in dieser Arbeit ist es, die Annahmen des Modells zu überprüfen und Aussagen zur Akzeptanz der Smart Meter Technologie in Deutschland zu treffen, um Implikationen für die Vermarktung abzuleiten. Die verwendete Forschungsmethode wird im folgenden Kapitel beschrieben. Dabei wird das verwendete Forschungsdesign begründet, die Entwicklung des Erhebungsinstruments inklusive Operationalisierung und Skalierung erläutert und das Vorgehen bei der Datenerhebung und Auswertung kurz skizziert.

5.1 Forschungsdesign

Ein Forschungsvorhaben ist nach BÖHLER charakterisiert durch die Forschungsziele und verwendeten Methoden. Er unterscheidet zwischen explorativer, deskriptiver und experimenteller bzw. quasi-experimenteller Forschung.²¹⁴ Im Folgenden soll das für die vorliegende Arbeit verwendete Design in Abgrenzung zu den Alternativen betrachtet und die Verwendung begründet werden.

In einer ersten Stufe wird in der Empirie zwischen Primär- und Sekundärforschung unterschieden. Während es sich bei der Sekundärforschung um die Sichtung vorliegender Forschungsergebnisse und die Auswertung von internen und externen Datenquellen handelt, wird bei der Primärforschung eine neue, gezielte Datenerhebung durchgeführt.²¹⁵ Zur Beantwortung der Forschungsfragen dieser Arbeit wird die Primärforschung eingesetzt, da es sich um ein aktuelles und wenig erforschtes Gebiet handelt, und eine Analyse von Sekundärdaten keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern kann.

Auf einer zweiten Ebene wird die Entscheidung zwischen qualitativer Vorgehensweise und einer quantitativen Untersuchungsmethodik getroffen. Qualitative Untersuchungen sind in der Regel gekennzeichnet durch kleine Fallzahlen ohne repräsentative Auswahl und nicht standardisierte Erhebungsmethoden (z.B. Experten- oder Fokus-Gruppen Interviews). Dabei wird explorativ und interpretierend vorgegangen, wobei vor allem Grundlagenforschung und Theoriebildung in unerforschten Gebieten das Ziel ist.²¹⁶ Im Vergleich dazu setzen die quantitativen Methoden bereits ein Problemverständnis voraus, sie verfolgen das Ziel, objektive Aussagen über die Annahme oder Ablehnung von Hypothesen zu treffen. Dafür werden standardisierte Verfahren zur Datenerhebung verwendet.²¹⁷ Quantitative Forschungsmethoden haben gegenüber der qualitativen Forschung den entscheidenden Vorteil, dass sich die erhobenen Daten standardisieren und verdichten lassen.²¹⁸ Mit der Befragung für diese Studie wird die quantitative Methode verwendet, es werden aus bestehenden Modellen deduktiv Hypothesen abgeleitet und mittels statistischer Verfahren geprüft. Einzelne Fragen wie nach Bekanntheit, Assoziationen und Wünschen folgen zusätzlich eher dem explorativen Vorgehen.

²¹⁴ Vgl. Böhler (2004), S. 37

²¹⁵ Vgl. ebd. (2004), S. 38 und Kuß et al. (2014), S. 13

²¹⁶ Vgl. Berekoven, Eckert, Ellenrieder (2006), S. 95

²¹⁷ Vgl. Kuß et al. (2014), S. 52

²¹⁸ Vgl. Böhler (2004), S. 87

Als Erhebungsmethode wurde eine standardisierte Online-Befragung gewählt. Im Vergleich zur mündlichen, telefonischen oder schriftlichen Befragung außerhalb des Internets ist hierbei eine höhere Rücklaufquote zu erwarten. In kurzer Zeit können viele Teilnehmer rekrutiert werden und die aufzuwendenden Kosten sind vergleichsweise gering. Das Internet bietet die Möglichkeit, die Fragebögen über eine Region hinaus zu streuen, und die Befragten können den Zeitpunkt der Teilnahme selbst wählen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Interviewer-Einfluss ausgeschlossen werden kann.²¹⁹ Nachteil schriftlicher Befragungen im Vergleich zu Face-to-Face Interviews liegt vor allem darin, dass Rückfragen schwieriger sind und zudem nicht sichergestellt ist, ob die Fragen auch tatsächlich im Sinne des Fragestellers verstanden und beantwortet werden. Ein weiterer Nachteil bei Online-Befragungen liegt auch in der Repräsentativität, die über diese Erhebungsform schwerer erreicht werden kann.²²⁰ Nach einer Abwägung der Vor- und Nachteile wird für die empirische Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit ein Online-Fragebogen eingesetzt, dieser wird vor allem für den Themenbereich Digitalisierung als angemessenes Instrument erachtet.

5.2 Erhebungsinstrument

Das folgende Kapitel befasst sich mit der Konstruktion des Fragebogens und der Operationalisierung der Konstrukte. Bei der standardisierten Datenerhebung ist es wichtig, die Gütekriterien Reliabilität und Validität möglichst hoch zu halten. Ein Messinstrument wird als reliabel bezeichnet, wenn wiederholte Messungen immer wieder denselben Wert ergeben. Als valide wird ein Instrument bezeichnet, wenn es genau das misst, was auch gemessen werden soll. Komplette valide und reliable Messungen sind in der Praxis kaum möglich, jedoch sollte bei der Konstruktion des Fragebogens auf die Einhaltung bestimmter Regeln zur Verbesserung der Gütekriterien geachtet werden.²²¹

5.2.1 Konstruktion des Fragebogens

Die Gestaltung des Fragebogens erfolgte in Anlehnung an das Forschungsmodell und die aufgestellten Hypothesen. Für die Formulierung der Fragen wurden die grundlegenden Prinzipien und Regeln der Testkonstruktion beachtet. Die Fragebogenentwicklung und Fragenformulierung haben eine hohe Bedeutung für valide und reliable Untersuchungsergebnisse. So ist eine zweckmäßige Formulierung der Fragen für das Verständnis und die angemessene Beantwortung der Fragen zentral.²²² Wie in der Literatur empfohlen, wurden die Fragen möglichst spezifisch gestellt, und einfache, kurze Formulierungen verwendet. Ebenfalls wurde auf das Prinzip der Neutralität geachtet, um der Gefahr der Verzerrung von Ergebnissen entgegenzuwirken.²²³ Bei der Zusammenstellung der einzelnen Fragen zu einem Fragebogen ist besonders deren Anordnung wichtig. Es gilt mögliche Reihenfolge-Effekte zu vermeiden, die entstehen,

²¹⁹ Vgl. Weis (2015), S.239

²²⁰ Vgl. ebd. (2015), S. 239

²²¹ Vgl. Böhler (2004), S. 111 ff.

²²² Vgl. Kuß et al. (2014), S. 80 ff.

²²³ Vgl. ebd. (2014), S. 90 ff.

wenn die Antwort auf eine Frage durch den Zusammenhang mit vorher gestellten Fragen beeinflusst wird.²²⁴ Bei der Reihenfolge für den Fragebogen wurden, vom Forschungsmodell ausgehend, die Variablen des TAM abgefragt. Die Fragen zu Risiken und dem Umweltbewusstsein wurden bewusst ans Ende gestellt, damit kein Einfluss auf die Fragen nach Nützlichkeit und Akzeptanz entsteht. Wie in der Literatur empfohlen, wurde darauf geachtet die Fragen zu persönlichen Merkmalen am Ende zu platzieren, eine gedanklich logische Reihenfolge der Fragen einzuhalten und inhaltlich ähnliche Fragen zusammenzufassen, um gedankliche Sprünge zu vermeiden.²²⁵

Zu Beginn des Fragebogens werden die Bekanntheit und das Bedeutungsumfeld zum Thema Smart Metering mit den folgenden zwei Fragen erhoben: „*Haben Sie vor dieser Befragung schon einmal etwas zum Thema „digitale Stromzähler“ bzw. „Smart Meter“ gehört?*“ (Vorgabe der Antwortkategorien ja, nein, weiß nicht) und „*Was fällt Ihnen spontan zum Thema „Smart Meter“ ein?*“ (Freie Assoziation ohne Antwortvorgaben). Aus bisherigen Untersuchungen ergibt sich, dass es sich bei Smart Metern um eine eher unbekanntere Technologie handelt. Daher folgt nach den Einstiegsfragen eine knappe Erklärung der Technologie, den wichtigsten Funktionen und eine Auflistung der Potenziale, sowie verlinkte Abbildungen zu einem Smart Meter mit Display und einer App. Es wurde darauf geachtet, die Erklärung möglichst einfach und kurz zu halten, um den Teilnehmer nicht abzuschrecken und die Abbruchquote gering zu halten. Außerdem wurde die Formulierung so gewählt, dass sie zwar aufschlussreich, aber nicht zu kompliziert ist, um auch Personen ohne besonderes Technikinteresse anzusprechen. Den Einstiegsfragen folgt die Erhebung der Konstrukte, die genaue Operationalisierung dieser findet sich im Kapitel 5.2.2. Dem folgt eine Frage nach Wünschen und Erwartungen an die Entwicklung, sowie nach der präferierten Anzeigemöglichkeit (Display, App, Verbrauchsportal). Abschließend werden dann die externen Faktoren sowie persönliche Merkmale der befragten Person erhoben (Vgl. Tabelle 6).

Externe Faktoren und Soziodemografie	Skalierung
Wohnverhältnis	Vorgegebene Antwortkategorie
Verantwortlichkeit für Stromrechnung	Vorgegebene Antwortkategorie
Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Techn.	Zustimmung auf 6-Punkt Likert Skala
Zahlungsbereitschaft allgemein	Freies Antwortfeld
Alter	Freies Antwortfeld
Geschlecht	Vorgegebene Antwortkategorien
Bildung	Vorgegebene Antwortkategorien
Bundesland	Drop Down Auswahl
Einwohner	Freies Antwortfeld
Einkommen	Vorgegebene Antwortkategorien
Haushaltsgröße	Freies Antwortfeld

Tabelle 6: Überblick externe Faktoren und soziodemografische Merkmale

²²⁴ Vgl. Kuß et al. (2014), S. 115

²²⁵ Vgl. ebd. (2014), S. 118

Der Fragebogen wurde mit SoSci Survey erstellt, einem Onlineangebot, das speziell für wissenschaftliche Erhebungen konzipiert wurde und die Erstellung und Verbreitungen von Online-Befragungen unterstützt. Der gesamte Fragebogen findet sich im Anhang der Arbeit (Vgl. Anhang 1).

5.2.2 Operationalisierung und Messung

Um von den theoretisch formulierten Eigenschaften und Konstrukten zu konkreten Messwerten zu gelangen, müssen diese operationalisiert und die Messverfahren festgelegt werden. Die Operationalisierung umfasst neben der begrifflichen Fassung der relevanten Eigenschaften die Bestimmung der korrespondierenden empirisch wahrnehmbaren Eigenschaften, mit denen die Ausprägungen erfasst werden können.²²⁶ Es wird also festgelegt, was als Indikatoren für die Variablen angenommen wird, und wie diese quantitativ erfasst werden können.²²⁷ Eine genaue Operationalisierung ist vor allem bei hypothetischen Konstrukten wichtig, aus deren Definition nicht genau hervorgeht, wie man das Vorhandensein des Phänomens empirisch erfassen kann. Im Folgenden wird nun die Operationalisierung der im Fragebogen aufgenommenen Konstrukte dargestellt.

Für die Erfassung der hypothetischen Konstrukte wurden in diesem Fragebogen Multi-Item-Skalen verwendet, d.h. zu einem Konstrukt werden mehrere Items formuliert, die einzelnen Angaben können dann zu einem Messwert zusammengefasst werden. Dies erhöht die Aussagekraft der Ergebnisse und trägt zu einer besseren Reliabilität bei.²²⁸ Für die Skalen wurden Items verwendet, die sich in der bisherigen Forschung bewährt haben und hohe Reliabilitätswerte aufweisen. Es wurden zudem für den Forschungszweck selbst entwickelte Items hinzugefügt. Bei der Formulierung der Items wurde darauf geachtet, verschiedene Itemschwierigkeiten zu erzeugen, eine möglichst hohe Trennschärfe zu gewährleisten und für die jeweilige Frage homogene Items zu verwenden.²²⁹

Für eine möglichst hohe Vergleichbarkeit wurde durchgehend eine sechs-stufige Skala mit Beschriftung der Extrempunkte verwendet. Dabei handelt es sich um eine sogenannte Likert Skala, die in der Literatur häufig für Multi-Item-Skalen empfohlen wird. Eine Likert-Skala ist eine (in der Regel 5-stufige) bipolare Ratingskala, die für vielfältige Anwendungsbereiche geeignet ist.²³⁰ Eine mittlere Kategorie hat sich jedoch in verschiedenen Untersuchungen als problematisch erwiesen, da damit häufiger Antworttendenzen zu mittleren Urteilen auftraten.²³¹ Um diese Tendenz zur Mitte zu umgehen, wurde für die Befragung eine sechs-stufige Skala gewählt. Die Zwischenpunkte wurden nicht beschriftet, damit wird eine Skala geschaffen, bei der sich die Befragten selbständig eine Bedeutung der Zwischenpunkte überlegen. Ist dies der Fall, kann – unter der Annahme dass die Abstände zwischen den Skalenpunkten als gleich

²²⁶ Vgl. Böhler (2004), S. 106

²²⁷ Vgl. Bortz, Schuster (2010), S. 9

²²⁸ Vgl. Kuß, Wildner, Kreis (2014), S. 95 f.

²²⁹ Vgl. Pospeschill (2013), S. 114

²³⁰ Vgl. Kuß, Wildner, Kreis (2014), S. 97

²³¹ Vgl. Bühner (2004), S. 52

groß betrachtet werden – die Skala wie eine Intervallskala behandelt werden, was deutliche Vorteile für die Auswertung mit sich bringt.²³² Im Gegensatz dazu berichtet KROSNICK (1999) jedoch, dass durch die Benennung jeder einzelnen Stufe zu Verbesserungen in der Reliabilität und Validität führt.²³³ Teilweise wurden einzelne Items negativ formuliert, dies wirkt laut Bühner (2004) Ja-Sage Tendenzen entgegen. Um eine Verwirrung durch die unterschiedliche Itempolung zu verwenden, wurde die negative Formulierung nur bei sehr eindeutigen Items eingesetzt (z.B. „*Mich um Energieeinsparung zu kümmern ist mir zu mühsam.*“).²³⁴

Die hypothetischen Konstrukte des Forschungsmodells wurden wie folgt operationalisiert:

Akzeptanz:

Zur Operationalisierung der Akzeptanz wurden in Anlehnung an CHEN ET AL. (2017) und TOFT ET AL. (2014) zwei Items formuliert, wobei hier unterschieden wird zwischen der kostenlosen Installation eines Smart Meters und der Installation unter der Annahme, dass jährliche Zusatzkosten entstehen.

Items	Skalierung
Wie wahrscheinlich würden Sie die Installation eines Smart Meters für Ihren Haushalt akzeptieren?	6-stufig, gar nicht wahrscheinlich – sehr wahrscheinlich
Wie wahrscheinlich würden Sie der Installation zustimmen, wenn mit Betrieb des neuen Zählers jährliche Zusatzkosten (ca. 100 Euro pro Jahr) auf Sie zukommen?	

Tabelle 7: Operationalisierung der Akzeptanz, Quellen: Chen et al. (2017)²³⁵, Toft et al. (2014)²³⁶

Wahrgenommener Nutzen:

Um einen Gesamtüberblick über den wahrgenommenen Nutzen zu erhalten, wurden die einzelnen Potenziale, welche die Technologie bietet, aufgeführt und um eine Beurteilung gebeten. In verschiedenen vorhergehenden Untersuchungen wurde die ursprüngliche, von DAVIS entwickelte 7-stufige Skala mit 6 Items auf verschiedene Technologiefelder angepasst. Allen gemein ist hierbei die Verwendung von Vorteilen bzw. Potenzialen der Technologie, welche dann von der befragten Person nach dem persönlichen Nutzen beurteilt werden sollen. Die in dieser Befragung verwendete Operationalisierung setzt sich aus Items verschiedener Studien zu Smart Metern und ähnlichen Technologien mit hoher Reliabilität zusammen, zudem wurden einzelne weitere Punkte hinzugefügt.

²³² Vgl. Q-Set (nd)

²³³ Vgl. Krosnick (1999)

²³⁴ Vgl. Bühner (2004), S. 62

²³⁵ Vgl. Chen et al. (2017), S. 97 ff.

²³⁶ Vgl. Toft et al. (2014), s. 395 ff.

Items	Skalierung
<p>Wie beurteilen Sie den Nutzen der folgenden Funktionen der Technologie für Sie persönlich?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transparenz über den eigenen Energieverbrauch • Aktive Einsparung von Energie durch die Verwendung von Smart Metern • Unterstützung der Einspeisung erneuerbarer Energien in das Stromnetz • Reduktion der Umweltbelastung • Einsparung von Kosten • Erkennen von Stromfressern und Einsparmöglichkeiten • Automatische Ansteuerung von Haushaltsgeräten • Verschieben bestimmter Haushaltsaktivitäten in lastärmere Zeiten (z.B. Waschmaschine oder Trockner) 	6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu

Tabelle 8: Operationalisierung des Wahrgenommenen Nutzens, Quellen: Chen et al. (2017)²³⁷, Toft et al. (2014)²³⁸, Dudenhöffer (2015)²³⁹

Wahrgenommene Einfachheit der Nutzung:

Auch für die Variable „Wahrgenommene Einfachheit der Nutzung“ wurde eine angepasste Variante der Skala nach DAVIS verwendet.

Items	Skalierung
<p>Inwiefern stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?</p> <p>Ich gehe davon aus, dass die Bedienung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportal einfach ist.</p> <p>Ich denke, ein Smart Meter mit zugehörigem Verbrauchsportal ist für mich übersichtlich.</p> <p>Ich denke, die Nutzung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportal bedeutet für mich einen hohen Aufwand.</p> <p>Ich gehe davon aus, dass die Bedienung für mich einfach zu erlernen ist.</p> <p>Ich denke, die Bedienung ist für mich kompliziert.</p>	6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu

Tabelle 9: Operationalisierung der Akzeptanz, Quelle: Davis (1989)²⁴⁰

Einstellung:

Die Einstellung zur Smart Meter Technologie wird mit vier Items erhoben, die in Anlehnung an die Literatur von TOFT ET AL. (2014), SHIH (2004) sowie VENKATESH UND BALA (2008) konstruiert wurden. Dabei tragen die Merkmale attraktiv, interessant, vielfältige Nutzung und wünschenswert zu einer Gesamteinstellung bei.

²³⁷ Vgl. Chen et al. (2017), S. 97 ff.

²³⁸ Vgl. Toft et al. (2014), S. 97 ff.

²³⁹ Vgl. Dudenhöffer (2015), S. 175 ff.

²⁴⁰ Vgl. Davis (1989), S. 340

Items	Skalierung
<p>Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich aufgrund der verschiedenen Funktionen attraktiv.</p> <p>Die Nutzung eines Smart Meters finde ich aufgrund der Nutzungsmöglichkeiten interessant.</p> <p>Ein Smart Meter kann auf vielfältige Weise genutzt werden.</p> <p>Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich nicht wünschenswert.</p>	6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu

Tabelle 10: Operationalisierung der Einstellung, Quellen: Toft et al. (2014)²⁴¹, Shih (2004)²⁴², Venkatesh und Bala (2008)²⁴³

Wahrgenommenes Risiko:

Zur Erhebung des wahrgenommenen Risikos wurden neun Items formuliert, zu denen ebenfalls die Zustimmung erfragt wurde. Hierbei wurden die im ersten Teil der Arbeit bereits thematisierten Risiken mit einbezogen.

Items	Skalierung
<p>Ich sehe ein hohes Risiko hinsichtlich des Missbrauchs der mit Smart Metern erhobenen Daten</p> <p>Ich sehe durch die Smart Meter Nutzung einen Eingriff in meine Privatsphäre.</p> <p>Durch die Nutzung von Smart Metern steigt die Bedrohung durch Cyberangriffe.</p> <p>Smart Meter tragen weiter zur Entwicklung hin zu einem gläsernen Kunden bei.</p> <p>Ich sehe ein Risiko darin, dass die erhobenen Echtzeitdaten an Dritte (z.B. Werbung, Krankenkassen, Polizei) weitergegeben werden.</p> <p>Dadurch, dass meine Alltagshandlungen an den Energieverbrauch gekoppelt sind, ist es zu einfach, Rückschlüsse auf meine Lebensgewohnheiten zu ziehen.</p> <p>Ich sehe ein Risiko darin, dass durch die gesammelten Daten Nutzerprofile erstellt werden, die mit Daten aus anderen Quellen verknüpft werden können (z.B. Behörden, soziale Netzwerke).</p> <p>Ich sehe ein Risiko darin, dass die Daten für die Vorbereitung von Straftaten verwendet werden könnten (z.B. Einbrüche, wenn kein Energieverbrauch gemessen wird).</p> <p>Ich sehe ein Risiko darin, dass verbundene Haushaltsgeräte von Unbefugten gesteuert werden könnten.</p>	6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu

Tabelle 11: Operationalisierung des wahrgenommenen Risikos

Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten:

Für die Operationalisierung von Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten wurden zwei Skalen verwendet. Hierbei wurden aus mehreren Skalen die Items ausgewählt, die für das Gesamtthema der Befragung angemessen waren. Grundlegend hierfür war unter anderem die Skala zum Allgemeinen Umweltbewusstsein nach WINGERT (2014) sowie Skalen aus den im Kapitel zum SETAM aufgeführten Arbeiten. Bei der Skala zum Umweltbewusstsein wurden eher allgemeine Statements verwendet, während die

²⁴¹ Vgl. Toft et al. (2014), S. 97 ff.

²⁴² Vgl. Shih (2004), S. 727

²⁴³ Vgl. Venkatesh, Bala (2008), S. 313

Skala zum Energiesparverhalten speziell auf das Verhalten der Befragten zur Einsparung des Stromverbrauchs abzielt.

Items	Skalierung
<p>Der Gedanke an die aktuelle Verschwendung von Energie beunruhigt mich.</p> <p>Es ist mir wichtig, dass die Produkte die ich nutze, der Umwelt nicht schaden.</p> <p>Ich bedenke mögliche Auswirkungen auf die Umwelt bei meinem Handeln.</p> <p>Ich würde mein eigenes Verhalten als umweltbewusst beschreiben.</p> <p>Ich nehme einen größeren Aufwand in Kauf, wenn ich dann umweltbewusster handeln kann.</p> <p>Es beunruhigt mich, wenn ich daran denke, unter welchen Umweltverhältnissen unsere Kinder und Enkelkinder wahrscheinlich leben müssen.</p> <p>Wenn wir so weitermachen wie bisher, steuern wir auf eine Umweltkatastrophe zu.</p> <p>Meine Gedanken zu Umweltthemen beeinflussen mein Einkaufsverhalten nicht.*</p> <p>Es ist mir zu mühsam, ständig darauf zu achten, weniger Strom zu verbrauchen.*</p> <p>Über Nacht lasse ich einige Geräte (z.B. Computer, Kaffeemaschine etc.) auf Standby.*</p> <p>Ich verwende Energiesparlampen für meine Beleuchtung.</p> <p>Ich lasse häufig das Licht an, obwohl ich den Raum verlasse oder es nicht mehr gebraucht wird.*</p> <p>Ich verschiebe das Einschalten bestimmter Geräte bewusst in die Abend- oder Nachtstunden.</p> <p>Ich nutze Geräte, die besonders viel Energie verbrauchen seltener.</p> <p>Ich weise andere Haushaltsmitglieder auf Stromsparmöglichkeiten hin.</p> <p>Mich um Energieeinsparung zu kümmern ist mir zu mühsam.*</p>	<p>6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu</p>

Tabelle 12: Operationalisierung von Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten, Quellen: Wingert (2014)²⁴⁴, Ahn et al. (2016)²⁴⁵, Chen et al. (2017)²⁴⁶, Macovei (2013)²⁴⁷, Fleissner, Hahnel, Götz (2014)²⁴⁸

Verhaltensintention:

Für die Erhebung der Verhaltensabsicht wurden zwei Items formuliert. Für die Möglichkeit, dass die Technologie bereits genutzt wird, wurde zu der 6-stufigen Skala eine alternative Antwortkategorie „Ich nutze die Technologie bereits“ mit aufgenommen.

²⁴⁴ Vgl. Wingert (2014)

²⁴⁵ Vgl. Ahn et al. (2016), S. 86

²⁴⁶ Vgl. Chen et al. (2017), S. 97 ff.

²⁴⁷ Vgl. Macovei (2013), S. 22 ff.

²⁴⁸ Vgl. Fleissner, Hahnel, Götz (2014), S. 29

Items	Skalierung
Ich ziehe eine Nutzung eines Smart Meters in Verbindung mit einem Feedbacksystem für die Zukunft in Betracht. Ich beabsichtige eine aktive Nutzung der Technologie in der Zukunft.	6-stufig, stimme überhaupt nicht zu – stimme voll und ganz zu; Alternative: Ich nutze die Technologie bereits.

Tabelle 13: Operationalisierung der Verhaltensintention

5.3 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum vom 14.06.2017 bis zum 27.07.2017. Vor der Erhebung wurde ein Pretest durchgeführt. Dabei wurde der Fragebogen auf die technische Funktionsweise und inhaltliche Anmerkungen durch zehn Testpersonen geprüft und eine überarbeitete Endversion erstellt. Der finale Fragebogen wurde über verschiedene soziale Medien, sowie im Bekanntenkreis der Verfasserin geteilt. Außerdem wurde die Umfrage in speziellen Foren für ältere Zielgruppen (z.B. „Internet für Senioren“) sowie themennahen Communities und Foren gepostet (z.B. Foren zum Thema Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Stromsparen, Erneuerbare Energien, Smart Home etc.). Insgesamt nahmen 599 Personen an der Befragung teil, 482 Teilnehmer füllten den Fragebogen komplett aus (Abbruchquote: 19,53 %).

Ausgehend von dieser Teilnehmerzahl wurde die Stichprobe anhand eines Quotenplans nach dem Alter der Auskunftspersonen festgelegt. Grundlage hierfür war die Altersverteilung in der Grundgesamtheit (Deutsche Bevölkerung). Das Quotenverfahren hat folgenden Grundgedanken: Die Stichprobe soll so gewählt werden, dass die Verteilung hinsichtlich relevanter Merkmale in der Stichprobe mit der Verteilung in der Grundgesamtheit übereinstimmt.²⁴⁹ Als (potenzielle) Hauptnutzerguppe für die Smart Meter Technologie werden Personen zwischen 18 und 59 Jahren angenommen. In Alterskategorien, welche größer ausfielen als nach Vorgabe des Quotenplans erforderlich, wurden nach Ausschluss der sog. „Durchklicker“ (Befragungsdauer unter 3 Minuten) randomisiert weitere Fälle ausgeschlossen. Die folgende Tabelle zeigt die Altersverteilung der Gesamtbevölkerung in Deutschland nach Angaben des statistischen Bundesamtes zwischen 18 und 59 Jahren sowie die Verteilung in der resultierenden Stichprobe von 291 Personen.²⁵⁰

Grund- gesamtheit	18-29		30-39		40-49		50-59		Gesamt in Mio.
	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	Absolut	%	
männlich	6.115.607	52,18	5.154.349	50,93	5.821.353	50,56	6.523.318	50,20	23,6
weiblich	5.605.365	47,82	4.965.255	49,07	5.692.439	49,44	6.470.087	49,80	22,7
Gesamt	11.720.972	25,29	10.119.604	21,83	11.513.792	24,84	12.993.405	28,03	46,3

Stichprobe Ziel	73	25,29	63	21,86	72	24,84	81	28,03	290
Stichprobe	75	25,77	65	22,34	68	23,37	83	28,52	291

Tabelle 14: Alter und Geschlecht in der Grundgesamtheit und Altersverteilung in der Stichprobe

²⁴⁹ Vgl. Schumann (2012), S.98

²⁵⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt (2015)

5.4 Auswertungsmethoden

Für die Auswertung der Daten wurden sowohl uni- als auch multivariate Analysemethoden eingesetzt. Die Beschreibung der Stichprobe erfolgt mittels deskriptiver Statistiken und Häufigkeitsauswertungen.

Die Reliabilität der Skalen wurde mit Cronbach's Alpha bestimmt. Cronbach's Alpha überprüft die interne Konsistenz eines Messinstrumentes. Der Alphakoeffizient zeigt, inwiefern die Items einer Skala homogen sind, d.h. tatsächlich dasselbe Konstrukt messen. Vereinfacht gesagt wird die Übereinstimmung bzw. Korrelation der einzelnen Items einer Skala gemessen. Cronbach's Alpha nimmt Werte zwischen 0 und 1 an, in der Literatur wird meist ein Mindestwert von 0,7 gefordert.²⁵¹

Zur Prüfung der in den Hypothesen angenommenen Zusammenhänge wurde unter anderem eine lineare Regression eingesetzt. Die Regressionsanalyse untersucht die Zusammenhänge zwischen metrisch skalierten Variablen. Sie prüft den Einfluss einer Prädiktorvariablen auf eine Kriteriumsvariable.²⁵² Im Rahmen der Regressionsanalyse wird eine Regressionsgleichung ermittelt mit dem Ziel, die Regressionskoeffizienten (R^2) so zu bestimmen, dass die errechneten Werte für die abhängige Variable (AV) den tatsächlich beobachteten Werten möglichst nahe kommen. Der Regressionskoeffizient trifft jedoch lediglich eine Aussage zur Güte des Modells und dem Anteil der erklärten Varianz. Um eine Aussage über die relative Wichtigkeit der unabhängigen Variablen (UV) zu treffen, wird zudem der standardisierte Beta-Koeffizient ausgegeben. Dieser erlaubt eine Aussage über die Stärke des Zusammenhangs, der zugehörige t-Test zeigt zudem die Signifikanz. Weitere Prüfgröße ist der F-Wert mit zugehörigem Signifikanzniveau, dieser dient der Beurteilung der Signifikanz des gesamten Modells.²⁵³

Für die Berechnung von Zusammenhängen zwischen intervallskalierten Daten wurde außerdem die Korrelation nach Pearson verwendet. Der Korrelationskoeffizient r gibt dabei die Größe des Zusammenhangs (zwischen 0 und 1) an, außerdem zeigt der p-Wert inwiefern die errechnete Korrelation signifikant ist. Für die Korrelation zwischen diskreten, ordinalskalierten Variablen kommt zudem die Korrelation nach Spearman zum Einsatz.²⁵⁴ Als Orientierung zur Beurteilung von Korrelationsdifferenzen lautet eine Konvention nach Cohen (1988), dass ein kleiner Effekt ab $r = 0,1$, ein mittelgroßer Effekt ab $r = 0,3$ und ein großer Effekt ab $r = 0,5$ anzunehmen ist.²⁵⁵

Zum Vergleich von Mittelwerten zwischen zwei oder mehreren Gruppen eignen sich T-Tests bzw. Varianzanalysen. Der T-Test dient der Überprüfung von Mittelwertunterschieden zwischen zwei Gruppen. Es wird geprüft, ob die Unterschiede zwischen den Mittelwerten signifikant und somit nicht mehr durch den Zufall zu erklären sind. Zur Durchführung müssen intervallskalierte und normalverteilte Daten vorliegen und die

²⁵¹ Vgl. Bortz und Schuster (2010), S. 11; Kuß et al. (2014), S. 109

²⁵² Vgl. Böhler (2004), S. 205

²⁵³ Vgl. Berekoven, Ecker, Ellenrieder (2006), S. 210 ff.

²⁵⁴ Vgl. Bortz und Schuster (2010), S. 153 f.

²⁵⁵ Vgl. Cohen (1988), zitiert nach Bortz und Schuster (2010), S. 165

Voraussetzung der Varianzhomogenität erfüllt sein. Ausgewiesen wird die Prüfgröße t und der zugehörige p -Wert.²⁵⁶ Die Varianzanalyse (ANOVA) untersucht die Wirkung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen (bzw. Faktoren) auf eine oder mehrere abhängige Variablen. Im Vergleich zum t -Test können die Unterschiede zwischen mehreren Gruppen analysiert werden. Voraussetzungen sind intervallskalierte AVs und mindestens nominalskalierte Faktoren, sowie Varianzhomogenität und Normalverteilung der Daten. Der F -Wert ist die Prüfgröße der ANOVA.²⁵⁷

Außerdem wurden im Rahmen der Auswertung eine Faktoren- sowie eine Clusteranalyse durchgeführt, die Erklärung dieser Verfahren erfolgt direkt in Bezug zum Datensatz im Ergebnisteil der Arbeit. Auch die Definition nur selten verwendeter Verfahren wird direkt im Zusammenhang mit den Ergebnissen genannt. Als Signifikanzniveau wurde für alle verwendeten Testverfahren $\alpha = 0.05$ zugrunde gelegt.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Statistik- und Analyse Software „IBM – SPSS Statistics 24“. Für die Aufbereitung der Daten und die Erstellung von Grafiken und Tabellen wurde außerdem mit dem Kalkulationsprogramm „Microsoft Excel 2010“ gearbeitet.

²⁵⁶ Vgl. Bortz und Schuster (2010), S. 122 und Böhler (2004), S. 180 f.

²⁵⁷ Vgl. Huber, Meyer, Lenzen (2014), S. 43 ff.

6 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der empirischen Studie dargestellt. Nach der Überprüfung der Reliabilität und einer Faktorenanalyse erfolgt eine Beschreibung der Stichprobe. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Überprüfung der Forschungshypothesen berichtet. Abschließend steht eine kurze Zusammenfassung.

6.1 Faktorenanalyse und Reliabilitätstest

Zur Überprüfung der Reliabilität der Messwerte werden vor der Durchführung der weiteren Analysemethoden ein Reliabilitätstest mit Cronbach's Alpha sowie eine Faktorenanalyse durchgeführt.

Für die in der Befragung verwendeten Skalen ergeben sich für die Reliabilität nach Cronbach's Alpha folgende Werte: wahrgenommener Nutzen (8 Items, $\alpha = 0,917$), wahrgenommene Einfachheit der Nutzung (5 Items, $\alpha = 0,886$), Einstellungsakzeptanz (4 Items, $\alpha = 0,873$), wahrgenommenes Risiko (9 Items, $\alpha = 0,927$), Umweltbewusstsein (8 Items, $\alpha = 0,889$), Energiesparverhalten (8 Items, $\alpha = 0,672$), Verhaltensintention (2 Items, $\alpha = 0,935$). Die Werte aller Skalen liegen, mit Ausnahme des Energiesparverhaltens, über einem Koeffizienten von 0,7 und damit in einem sehr guten Bereich. Bei der Skala für das Energiesparverhalten wird durch die Löschung des Items „Ich verschiebe das Einschalten bestimmter Geräte bewusst in die Abend- oder Nachtstunden“ eine Verbesserung der Reliabilität auf $\alpha = 0,704$ erreicht, damit liegt der Wert ebenfalls über dem geforderten Minimum. Für die weitere Auswertung wird dieses Item daher aus der Skala ausgeschlossen.

Zusätzlich zum Reliabilitätstest nach Cronbach wird für die Variablen aller Skalen eine Faktorenanalyse durchgeführt. Diese prüft die Struktur bzw. Beziehung zwischen den einbezogenen Variablen. Es soll überprüft werden, ob eine Reduktion der Skalen auf jeweils einen Wert bzw. Faktor möglich ist. Die Faktorenanalyse ermöglicht also „die Bestimmung einer geringen Anzahl neuer, untereinander unkorrelierter Variablen (Faktoren), ohne dass es zu einem entscheidenden Informationsverlust kommt.“²⁵⁸ Da im vorliegenden Datensatz durch die theoretische Herleitung der Skalen bereits eine Struktur unterstellt wird, handelt es sich in diesem Fall um eine konfirmatorische Faktorenanalyse. Es wird also geprüft, ob die erhobenen Daten mit der angenommenen Struktur konsistent sind.²⁵⁹ Dafür wird eine Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt. Der resultierende Scree-Plot weist abweichend von den ursprünglich 7 Skalen auf eine 6-Faktoren Lösung hin. Zwei Items aus der Skala Energiesparverhalten („Ich verwende Energiesparlampen für meine Beleuchtung“, „Mich um Energieeinsparung zu kümmern ist mir zu mühsam“) konnten aufgrund der Faktorladungen keinem der Faktoren eindeutig zugeordnet werden und werden daher ebenfalls aus der Analyse ausgeschlossen. Inhaltlich ist dies möglicherweise darin begründet, dass es sich bei der Frage nach Energiesparlampen um einen sehr konkreten Anwendungsfall handelt, der sich damit von den anderen eher allgemein formu-

²⁵⁸ Böhler (2004), S. 221

²⁵⁹ Vgl. Homburg (2017), S. 361

lierten Items zum Energiesparverhalten abgrenzt. Für das zweite Item lässt sich nur schwer eine inhaltliche Erklärung finden, jedoch hat möglicherweise die negative Formulierung Einfluss auf das Antwortverhalten. Auffällig ist außerdem, dass die übrigen Items der Skala Energiesparverhalten auf zwei verschiedene Faktoren laden, wie die untenstehende Tabelle zeigt:

Es ist mir zu mühsam, ständig darauf zu achten, weniger Strom zu verbrauchen.	-0,166	-0,015	0,338	0,134	0,635	0,190	0,004
Über Nacht lasse ich einige Geräte auf Standby.	0,028	0,096	0,059	-0,143	0,683	-0,048	-0,105
Ich verwende Energiesparlampen für meine Beleuchtung.	0,058	0,125	0,100	0,126	0,039	0,108	0,783
Ich lasse häufig das Licht an, obwohl ich den Raum verlasse [...].	-0,020	0,132	0,056	0,137	0,693	-0,194	0,115
Ich verschiebe das Einschalten bestimmter Geräte bewusst in Abend-/Nachtstunden.	0,061	0,073	0,032	-0,105	-0,120	0,745	0,004
Ich nutze Geräte, die besonders viel Energie verbrauchen, seltener.	0,136	0,108	0,375	-0,003	0,146	0,437	0,224
Ich weise andere Haushaltsmitglieder auf Stromsparmöglichkeiten hin.	0,046	-0,049	0,381	-0,090	0,284	0,441	0,374
Mich um Energieeinsparung zu kümmern ist mir zu mühsam.	-0,078	0,001	0,448	0,165	0,628	0,211	0,171

Tabelle 15: Auszug Faktorenanalyse - Skala Energiesparverhalten

Betrachtet man die Aussagen der Items, so handelt es sich bei den ersten drei eher um grundlegendes Energiesparverhalten, während die letzten drei Aussagen ein Verhalten beschreiben, das mehr Aufwand erfordert und als „fortgeschrittenes“ Energiesparen bezeichnet werden kann.

Anzumerken ist außerdem, dass die Skalen wahrgenommener Nutzen, Einstellungsakzeptanz und Verhaltensintention auf denselben Faktor laden. Das ist durch deren inhaltliche Ähnlichkeit zu erklären. Es ist ein Zusammenhang zwischen wahrgenommenem Nutzen und der Einstellung gegenüber einer Technologie anzunehmen, genauso wie diese Konstrukte Einfluss auf die Verhaltensabsicht haben dürften. Ausgehend von diesen Annahmen sind die Variablen nicht „unkorreliert“, wie es die Definition der Faktoren vorsieht. Es wird daher davon abgesehen, diese drei Skalen zu einem Faktor zu verdichten. Die Skalen wahrgenommenes Risiko, Umweltbewusstsein und Einfachheit der Nutzung laden wie angenommen auf jeweils eigene Faktoren. Die gesamte Komponentenmatrix der Hauptkomponentenanalyse findet sich im Anhang der Arbeit (Vgl. Anhang 2). Ausgehend von den Ergebnissen der Analyse werden die einzelnen Skalen für die weitere Auswertung durch die Bildung von Summenindizes zu jeweils einem Wert verdichtet. Der Vorteil gegenüber den alternativen z-transformierten Faktorscores liegt darin, dass die ursprüngliche Skalierung der Variablen beibehalten wird. Dies vereinfacht die Interpretation der Ergebnisse und ist daher praxistaug-

licher.²⁶⁰ Insgesamt ergibt sich durch die Reduktion eine erklärte Gesamtvarianz von 64,92 Prozent.²⁶¹

6.2 Beschreibung der Stichprobe

Die durch das Quotenverfahren gebildete Stichprobe von $n = 291$ Auskunftspersonen (Apn) wird im folgenden Kapitel anhand der soziodemografischen Faktoren und der Wohnsituation mittels deskriptiver Statistiken beschrieben. Außerdem werden mit einer Clusteranalyse Gruppen der potentiellen Nutzer gebildet. Die Beschreibung der Stichprobe dient dazu, einen Überblick über deren Struktur zu erhalten, und ermöglicht eine genauere Interpretation der Ergebnisse der Hypothesentests.

6.2.1 Soziodemografische Merkmale

Insgesamt überwiegen in der Stichprobe die männlichen Apn leicht ($m = 59,9\%$, $w = 40,5\%$). Die Aufteilung nach Altersgruppen in Abbildung 16 zeigt, dass sich dieser Überhang durch alle Altersgruppen zieht. Lediglich in der Gruppe zwischen 18 und 29 Jahren befinden sich mit 65,3 Prozent mehr weibliche Teilnehmer.

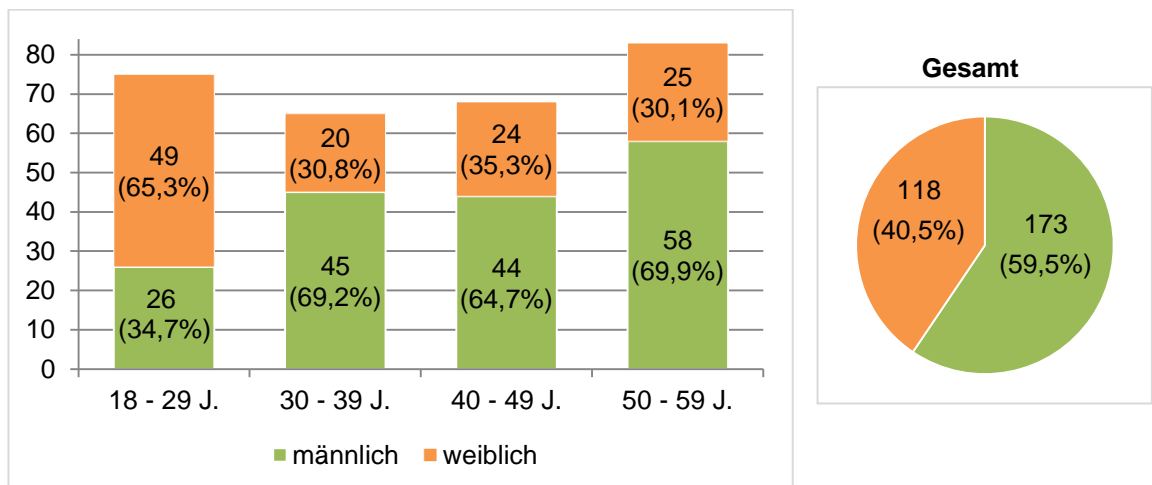


Abbildung 16: Verteilung nach Alter und Geschlecht in der Stichprobe ($n = 291$)

Die Verteilung auf die Bundesländer ist durch den Wohnort der Verfasserin beeinflusst und damit nicht repräsentativ. Die Befragten sind hauptsächlich in Baden-Württemberg (114 Apn) und in Bayern (66 Apn) wohnhaft, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 42 Apn. Die restlichen 111 Apn verteilen sich relativ gleichmäßig auf die verbleibenden Bundesländer, mit Ausnahme von Hessen und Berlin, die noch einen etwas größeren Anteil ausmachen.

Für die Angaben zur Einwohnerzahl des Wohnortes wurde nachträglich eine Gruppierung der angegebenen Werte auf Grundlage der deutschen Stadt- und Gemeindetypen (klassifiziert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung)²⁶² vorgenommen. Die Einteilung der Auskunftspersonen in diese Kategorien in Abbildung 17 zeigt, dass

²⁶⁰ Vgl. Riedl, Eggers (2013), S. 565

²⁶¹ In der Literatur wird meist ein Mindestmaß von ca. 60 Prozent gefordert (Vgl. z.B. Homburg, Giering (1996), S.12 oder Malhotra (2010), S. 644)

²⁶² Vgl. BBSR (2015)

ein Großteil der Befragten in Landgemeinden wohnt (36,8 %), den kleinsten Anteil mit 6,2 Prozent machen große Mittelstädte aus. Die in der Abbildung notierten Werte für die Grundgesamtheit zeigen, dass die Stichprobe auch für dieses Merkmal nicht repräsentativ ist, die Landgemeinde ist stark überrepräsentiert, während die Werte in den restlichen Kategorien leicht unter den Werten der Grundgesamtheit liegen.

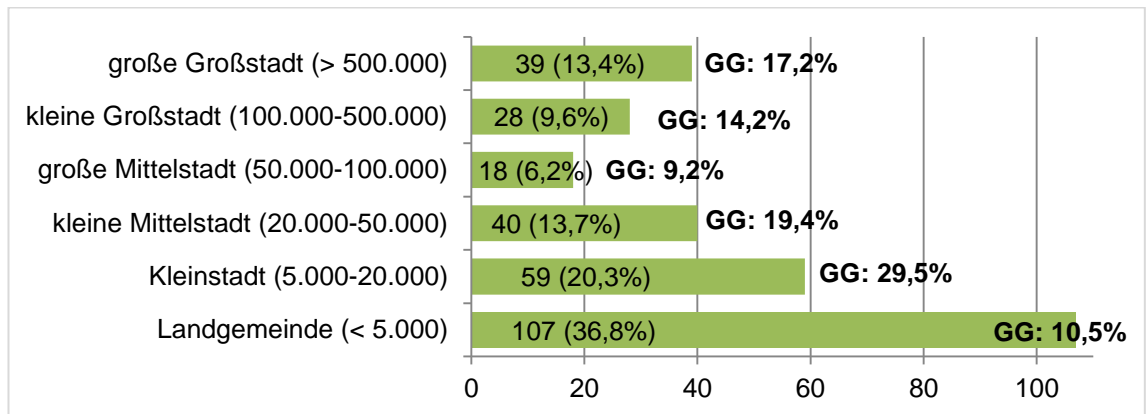


Abbildung 17: Verteilung der Apn nach der Größe des Hauptwohnsitzes

Abbildung 18 zeigt die Struktur der Stichprobe in Bezug auf das Nettoeinkommen und den höchsten erreichten Schulabschluss.

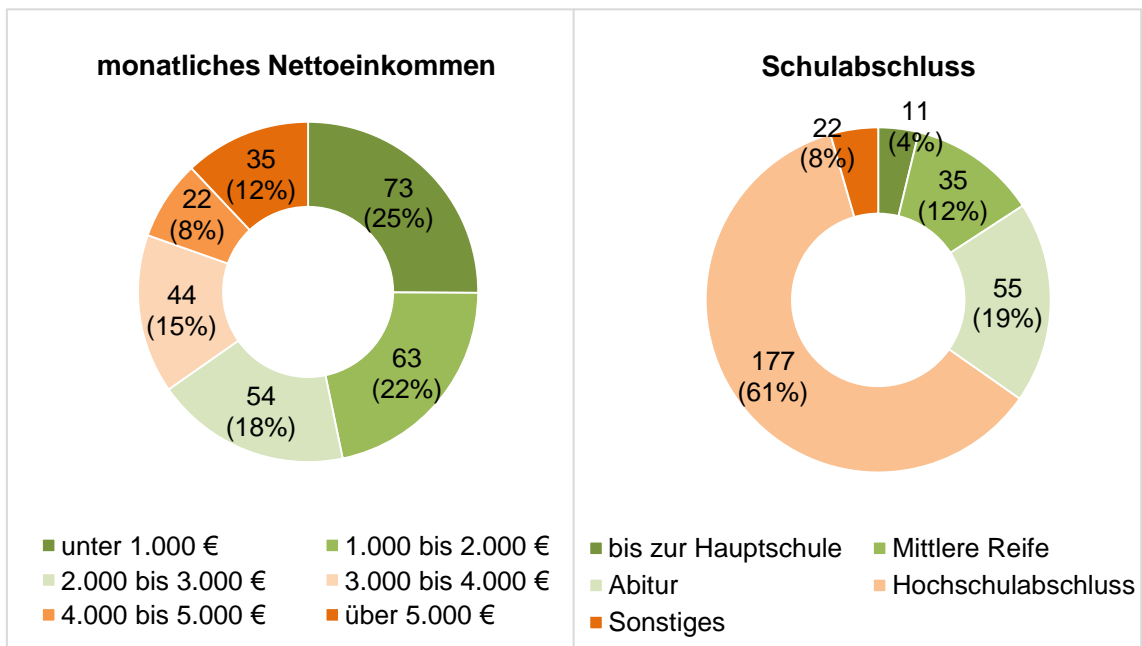


Abbildung 18: Nettoeinkommen und Schulabschluss in der Stichprobe

Beim Schulabschluss ist auffällig, dass die Hochschulabsolventen mit 61 Prozent den größten Anteil ausmachen. Beim Nettoeinkommen sind die unteren Kategorien bis 2.000 Euro pro Monat am häufigsten vertreten.

6.2.2 Wohnsituation

Die Wohnsituation wird mit den Variablen Wohnverhältnis, Verantwortlichkeit für die Stromrechnung, und der Anzahl der Haushaltsmitglieder beschrieben. Bei der Frage nach dem Wohnverhältnis geben 47,1 Prozent der Befragten an, zur Miete zu wohnen.

49,1 Prozent sind Eigentümer und 3,8 Prozent wählten die Option „Sonstiges“. Für die Stromrechnung sind 178 Apm selbst verantwortlich (61,2 %), 25,4 Prozent zum Teil und 13,4 Prozent zahlen die Stromrechnung nicht selbst.

In Abbildung 19 ist die Haushaltsgröße dargestellt, mit 36 Prozent überwiegen die Zwei-Personen Haushalte:

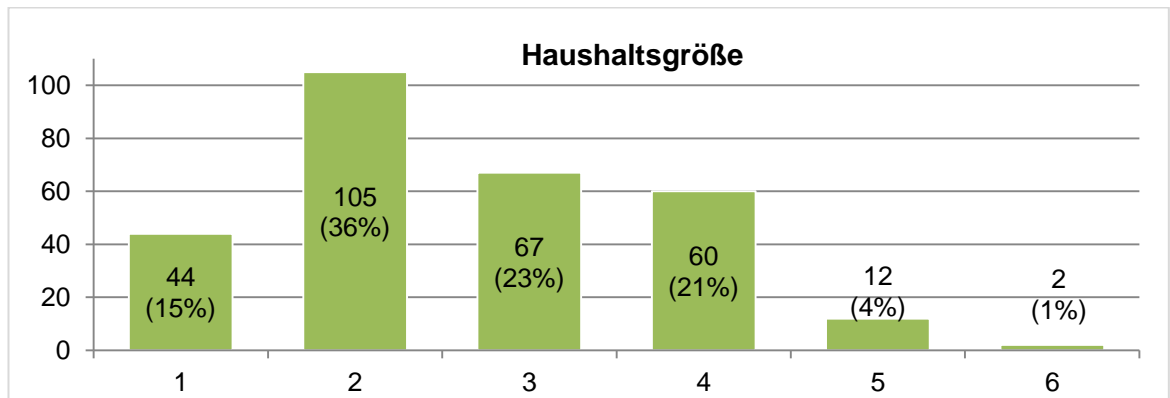


Abbildung 19: Anzahl der im Haushalt lebenden Personen (n = 290, 1 Ausreißer "27")

Da das Quotenverfahren lediglich für das Merkmal Alter durchgeführt wurde, ist die Verteilung der restlichen Merkmale nicht vergleichbar mit der Grundgesamtheit. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

6.2.3 Clusteranalyse

Um eine Einteilung der einzelnen Auskunftspersonen in Nutzergruppen vornehmen zu können, wird eine Clusteranalyse durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein struktur-entdeckendes Verfahren, die Clusteranalyse wird den multivariaten Analysemethoden zugerechnet. Ziel ist es dabei, die Personen so zu Clustern zusammenzufassen, dass die Objekte innerhalb der Gruppe möglichst homogen, die Gruppen untereinander aber möglichst heterogen sind.²⁶³ In die Analyse wurden die zuvor in der Faktorenanalyse identifizierten Faktoren einbezogen. Voraussetzung für die Durchführung einer Clusteranalyse sind intervallskalierte Daten sowie der Ausschluss von Ausreißern.²⁶⁴ Die Ausreißer wurden daher mit dem Single-Linkage-Verfahren identifiziert, anschließend wurde mit der Ward-Methode erneut eine Clusteranalyse durchgeführt.²⁶⁵ Die resultierenden Zuordnungskoeffizienten weisen dabei auf eine Lösung mit vier Clustern hin. Eine Tabelle mit den Mittelwerten für die Faktoren sowie die Akzeptanzvariablen in diesen Gruppen zeigt bereits einige Auffälligkeiten und Unterschiede. Eine Varianzanalyse ergibt signifikante Unterschiede zwischen den gebildeten Clustern auf den geprüften Variablen ($p < 0,01$).

²⁶³ Vgl. Böhler (2004), S. 230; Backhaus, Erichson, Plinke u.a. (2008), S. 17

²⁶⁴ Vgl. Bortz (2005), S. 575

²⁶⁵ Vorgehen Vgl. z.B. Backhaus et al. (2008), S. 416 ff.

Cluster	PU	PEOU	EA	RI	UB	EV1	EV2	VI
1	4,59	4,53	4,46	4,33	4,05	3,84	3,02	3,95
2	4,22	4,58	4,07	5,04*	4,90*	5,13*	4,89*	3,68
3	5,23*	5,40*	5,43*	3,24*	4,83*	4,91*	4,73*	5,06*
4	1,77*	3,64*	1,84*	5,49*	4,35	4,80	3,63	1,48*
Gesamt	4,17	4,55	4,12	4,49	4,42	4,47	3,84	3,67

Cluster	Bekanntheit	Akzeptanz	
		ohne Kosten	mit Kosten
1	1,68*	4,50	2,04
2	1,58	4,29*	1,65*
3	1,59	5,65*	2,90*
4	1,18*	1,89*	1,02*
Gesamt	1,56	4,24	1,94

Tabelle 16: Clustermittelwerte auf den Faktoren sowie den Variablen Bekanntheit und Akzeptanz
*T-Test mit einer Stp. zeigt, einen signifikanten Unterschied des Wertes vom Gesamtmittelwert ($p < 0,01$)

In der oben stehenden Tabelle sind bereits auffällig hohe Werte (grün) bzw. niedrige Werte (rot) markiert. Ein T-Test für eine Stichprobe ergibt jeweils einen signifikanten Unterschied der einzelnen Mittelwerte im Vergleich zum Gesamtmittelwert. Anhand dieser gefundenen Unterschiede werden die gebildeten Cluster inhaltlich wie folgt beschrieben:

„Die Interessierten“ (Cluster 1): Das erste und größte Cluster ($n = 125$) weist wenig Auffälligkeiten auf. Die Mittelwerte auf den getesteten Variablen liegen sehr nah am jeweiligen Gesamtmittelwert über alle Gruppen hinweg. Für den wahrgenommenen Nutzen, die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung und die Einstellungsakzeptanz liegen die Mittelwerte ca. bei 4,5. Der Nutzen wird also eher positiv bewertet, was sich auch in einer eher positiven Einstellung widerspiegelt. Auch beim wahrgenommenen Risiko und den Faktoren Energiesparverhalten und Umweltbewusstsein liegt dieses Cluster im höheren Mittelfeld. Innerhalb des Clusters geben vier Personen (3,2 %) an, die Technologie bereits zu verwenden.

„Die Umwelt- und Risikobewussten“ (Cluster 2): Die Mittelwerte für die Variablen PU, PEOU und EA liegen in diesem Cluster ($n = 65$) ebenfalls sehr nahe am Gesamtmittelwert. Diese Gruppe zeichnet sich jedoch durch ein hohes Risikobewusstsein aus ($M = 5,04$, $SD = 0,76$). Außerdem sind die Werte für die Skalen Umweltbewusstsein ($M = 4,90$, $SD = 0,62$), und Energiesparverhalten ($M = 5,13$, $SD = 0,79$; bzw. $M = 4,89$, $SD = 0,82$) signifikant höher als der Gesamtmittelwert. Von 65 Apn verwenden fünf (7,7 %) innerhalb dieser Gruppe die Technologie.

„Die Befürworter“ (Cluster 3): Dieses Cluster ($n = 49$) weist signifikant höhere Werte für die Faktoren PU ($M = 5,23$, $SD = 0,57$), PEOU ($M = 5,40$, $SD = 0,47$) und EA ($M = 5,43$, $SD = 0,48$) auf. Der wahrgenommene Nutzen ist für diese Apn besonders hoch, auch die Einstellung ist sehr positiv. Das Risikobewusstsein liegt im Vergleich zu den anderen Clustern in der Skalenmitte und ist damit geringer. Dies äußert sich in einer

deutlich höheren Verhaltensintention ($M = 5,06$, $SD = 0,78$) und hohen Akzeptanzwerten. Unter den Befürwortern finden sich vier Verwender (8,2 %).

„**Die Ablehner**“ (Cluster 4): Die Ablehner bilden das kleinste Cluster ($n = 45$). Der wahrgenommene Nutzen ist hier besonders gering ($M = 1,77$, $SD = 0,75$), ebenso die Einstellungsakzeptanz ($M = 1,84$, $SD = 0,73$). Die Einfachheit der Nutzung liegt in der Skalenmitte, ist im Vergleich zu den anderen Clustern jedoch auch etwas geringer. Das Risiko wird in dieser Gruppe am höchsten eingeschätzt ($M = 5,49$, $SD = 0,54$). Sowohl die Verhaltensabsicht als auch die Akzeptanz ist sehr gering. Innerhalb des Clusters verwendet nur eine Person (2,2 %) die Technologie bereits.

In Tabelle 17 werden die Cluster zudem anhand der soziodemografischen Merkmale Alter, Geschlecht und Bildung beschrieben:

		Die Interessierten	Die Risiko-/ Umweltbewussten	Die Befürworter	Die Ablehner
Alter	18-29 J.	42 (33,6%)	19 (29,2%)	14 (28,6%)	-
	30-39 J.	32 (25,6%)	12 (18,5%)	11 (22,4%)	6 (13,3%)
	40-49 J.	22 (17,6%)	18 (27,7%)	11 (22,4%)	16 (35,6%)
	50-59 J.	29 (23,2%)	16 (24,6%)	13 (26,5%)	23 (51,1%)
Ges.	weiblich	52 (41,6%)	33 (50,8%)	26 (53,1%)	7 (15,6%)
	männlich	73 (58,4%)	32 (59,2%)	23 (46,9%)	38 (84,4%)
Bildung	bis Hauptschule	6 (4,8%)	1 (1,5%)	-	3 (6,3%)
	Mittlere Reife	15 (12%)	8 (12,3%)	7 (14,3%)	5 (11,1%)
	Abitur	31 (24,8%)	12 (18,5%)	6 (12,2%)	6 (13,3%)
	Hochschule	69 (55,2%)	42 (64,6%)	34 (69,4%)	28 (62,2%)
	Sonstiges	4 (3,2%)	2 (3,1%)	2 (4,1%)	2 (6,7%)

Tabelle 17: Mittelwerte der demografischen Angaben in den Clustern

Hierbei zeigen sich jedoch keine bzw. nur sehr geringe Auffälligkeiten. Markiert sind vergleichsweise hohe (grün) bzw. geringe Prozentwerte (rot). Die Unterschiede sind allerdings nur sehr gering, so befinden sich z.B. im ersten Cluster eher weniger im dritten eher mehr Personen mit Hochschulabschluss. Die Ablehner sind eher in der Altersgruppe 50 plus zu finden, während bei den Interessierten die jüngeren Altersgruppen stärker vertreten sind. Eine genaue Analyse der Einflüsse der soziodemografischen Variablen auf die Akzeptanz erfolgt bei der Überprüfung der aufgestellten Hypothesen im nächsten Kapitel.

6.3 Prüfung der Fragestellungen und Hypothesen

Unter Verwendung deskriptiver und interferenzstatistischer Analysemethoden werden nun die in Kapitel 4 aufgestellten Hypothesen geprüft und die übergeordneten Fragestellungen beantwortet. Ziel ist es dabei Aussagen darüber zu treffen, ob die Annahmen beibehalten werden können oder verworfen werden müssen. Bei der Angabe von Skalenwerten ist zu beachten, dass immer eine sechsstufige Skala verwendet wurde (1 = stimme überhaupt nicht zu, 6 = stimme voll und ganz zu).

6.3.1 Bekanntheit und Akzeptanz

Zur Beantwortung der Frage, wie hoch Bekanntheit und Akzeptanz der Smart Metering Technologie sind (Fragestellung 1), wird eine einfache Häufigkeitsauswertung vorgenommen. Zusätzlich wurde ein Binomialtest²⁶⁶ berechnet. Dieser prüft bei dichotomen Merkmalen, ob die tatsächliche von der erwarteten Häufigkeitsverteilung signifikant abweicht. Die Ergebnisse zeigen, dass weder die Antwort „Ja“ noch die Antwort „Nein“ auf die Frage „*Haben Sie vor dieser Befragung schon einmal etwas zum Thema digitale Stromzähler bzw. Smart Meter gehört?*“ signifikant häufiger gegeben wurde (exakter Binomialtest, zweiseitig, $p = 0,634$, $n = 283$). Das Kreisdiagramm in Abbildung 20 veranschaulicht die annähernd gleiche Verteilung:

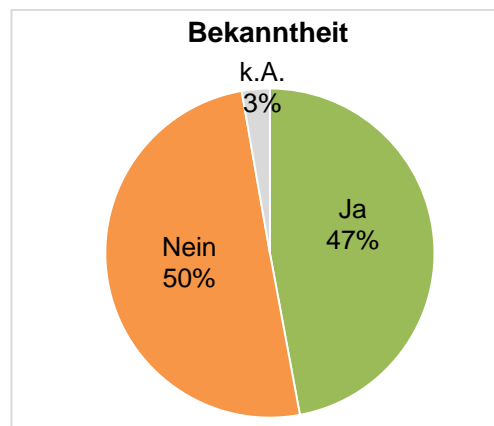


Abbildung 20: Bekanntheit der Technologie in der Stichprobe

Zur Erhebung der Akzeptanzwerte wurde konkret gefragt, wie wahrscheinlich die Installation eines Smart Meters für den Haushalt akzeptiert werden würde (ohne Kosten bzw. mit jährlichen Zusatzkosten von ca. 100 €). Der Mittelwert über die gesamte Stichprobe hinweg liegt für die Akzeptanz ohne Kosten bei $M = 4,22$ ($SD = 1,79$) und mit jährlichen Zusatzkosten bei $M = 1,23$ ($SD = 1,23$). Ein T-Test für verbundene Stichproben zeigt, dass der Akzeptanzwert durch den Zusatz der jährlichen Kosten signifikant geringer ausfällt ($M_{diff} = 2,99$, $t = 22,79$, $p = 0,00$).

Interessant ist außerdem eine genauere Analyse der Bekanntheits- und Akzeptanzwerte für die einzelnen Cluster, ein Polaritätenprofil eignet sich sehr gut für die Visualisierung der verschiedenen Mittelwerte (Vgl. Abbildung 21).

²⁶⁶ Vgl. Dorsch – Lexikon der Psychologie (2017)

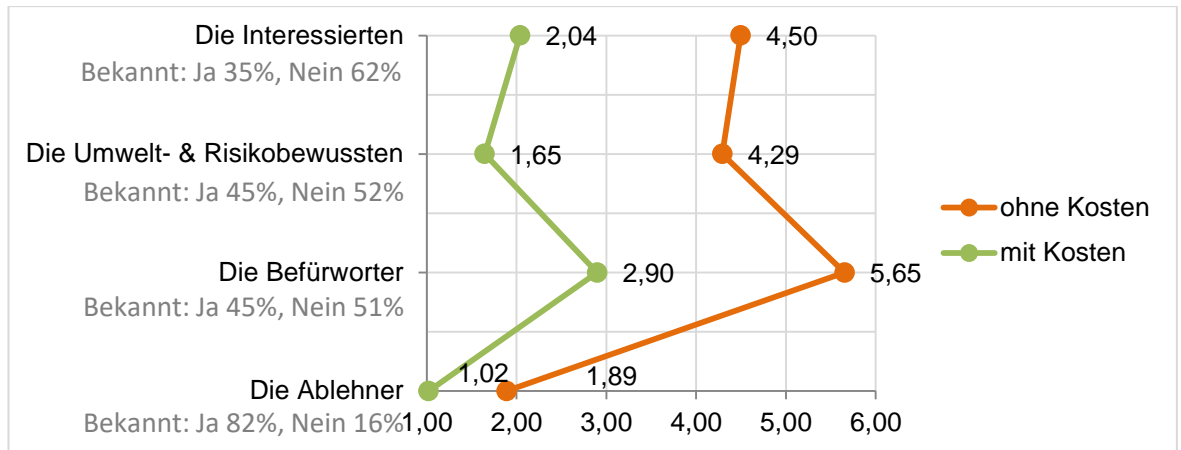


Abbildung 21: Akzeptanz und Bekanntheit in den vier gebildeten Clustern (Akzeptanz 1 = stimme überhaupt nicht zu, 6 = stimme voll und ganz zu)

Die Akzeptanzwerte unterscheiden sich deutlich, je nachdem ob zusätzliche Kosten anfallen oder nicht. Eine ANOVA ergibt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sowohl für die Akzeptanz ohne Kosten ($F = 61,1$, $p = 0,00$) als auch für die Akzeptanz mit Kosten ($F = 24,6$, $p = 0,00$). Bei der Bekanntheit ist die Antwort „Nein“ in der Gruppe der Interessierten häufiger, in den restlichen Gruppen kommt „Ja“ häufiger vor. Der Binomialtest wird signifikant für die Gruppen 1 und 4. Bei den Interessierten kommt demnach die Antwort „Ja“ signifikant seltener vor ($p = 0,003$) bei den Ablehnern ist dagegen die Angabe „Ja“ signifikant häufiger angegeben worden ($p = 0,001$).

Zu Beginn der Umfrage wurde die offene Frage gestellt „Was fällt Ihnen spontan zum Thema Smart Meter ein?“. Die Assoziationen wurden für die Häufigkeitsauswertung den Kategorien Positiv, Negativ oder Neutral zugeordnet. Die neutralen Nennungen überwiegen dabei mit 43,6 Prozent, gefolgt von den negativen Äußerungen (38,6%). Als positiv wurden 17,8 Prozent der insgesamt 298 Nennungen eingeordnet (Vgl. Abbildung 22). Die gesamte Tabelle der Auswertung mit beispielhaften Nennungen in den Unterkategorien findet sich im Anhang der Arbeit (Vgl. Anhang 3).

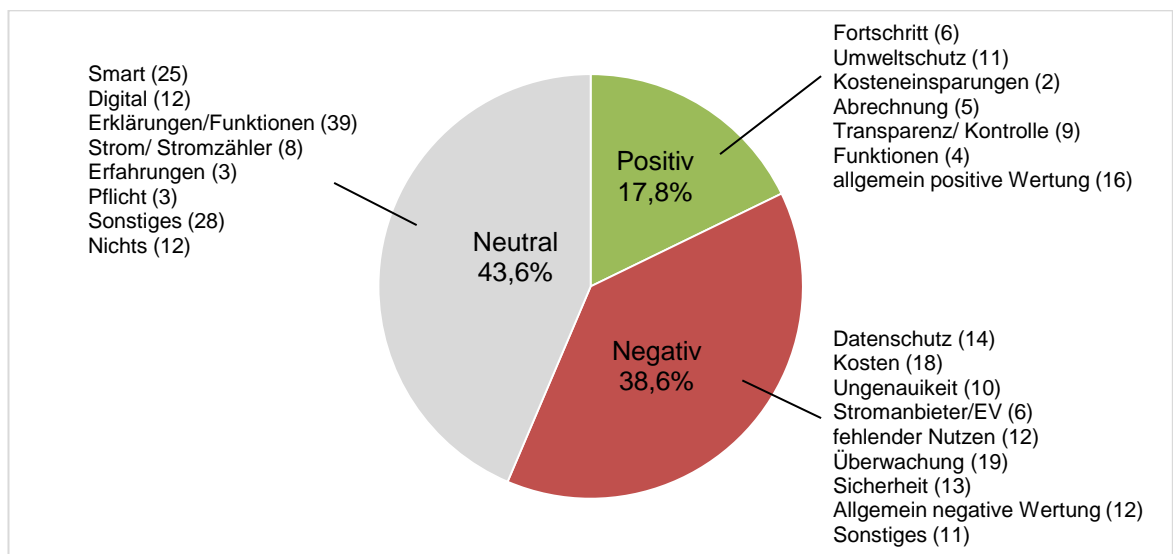


Abbildung 22: Häufigkeitsauswertung offene Nennungen - Zu den drei Kategorien sind jeweils die gebildeten Untergruppen und die Häufigkeit der Nennungen innerhalb dieser dargestellt

6.3.2 Zusammenhänge des TAMs im Smart Meter Umfeld

Dieses Kapitel dient dazu, die Basishypothesen des TAM nach Davis für die Smart Meter Technologie zu überprüfen (H1a bis H1f). Die ersten beiden Hypothesen beschreiben dabei den Einfluss des wahrgenommenen Nutzens als unabhängige Variable (UV) auf die abhängigen Variablen (AV) Einstellungsakzeptanz und Nutzungsabsicht:

H1a: Je höher der wahrgenommene Nutzen ist, desto positiver ist die Einstellung gegenüber der Technologie.

H1b: Je höher der wahrgenommene Nutzen ist, desto höher ist die Nutzungsabsicht der Technologie.

Es handelt sich hierbei um gerichtete Hypothesen die eine Kausalbeziehung annehmen. Zur Prüfung dieser Hypothesen eignet sich eine Regressionsanalyse, die Voraussetzung für intervallskalierte Variablen ist erfüllt. Prädiktor ist in diesem Fall die Variable PU, die Verhaltensintention Nutzen bzw. die Einstellungsakzeptanz sind die Kriteriumsvariablen. Tabelle 18 zeigt die Ergebnisse der Analyse:

Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: Einstellungsakzeptanz	0,828	0,831	25,388	0,000
UV: wahrgenommener Nutzen				
Modellgüte: $R^2 = 0,69$ ($F = 644,56$, $p = 0,00$), $n = 291$				
Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: Verhaltensintention	0,803	0,690	15,749	0,000
UV: wahrgenommener Nutzen				
Modellgüte: $R^2 = 0,48$ ($F = 248,020$, $p = 0,00$), $n = 291$				

Tabelle 18: Ergebnisse der Regressionsanalyse

Die Güte des Modells für den Einfluss von PU auf EA ist mit $R^2 = 0,69$ relativ hoch, es werden demnach 69 Prozent der Gesamtvarianz durch die UV erklärt. Die Werte der ANOVA zeigen, dass der Zusammenhang hoch signifikant ist ($F = 644,56$, $p = 0,00$). Der standardisierte Beta-Koeffizient weist auf einen hohen signifikanten Zusammenhang von $\beta = 0,831$ ($t = 25,39$, $p = 0,00$) hin. **Die Hypothese H1a kann somit beibehalten werden.** Für den Einfluss von PU auf die Verhaltensintention ist die Modellgüte etwas geringer ($R^2 = 0,47$), jedoch hoch signifikant ($F = 248,02$, $p = 0,00$). Der Zusammenhang ist mit $\beta = 0,69$ ($t = 15,75$, $p = 0,00$) hoch. **Damit kann auch die Hypothese H1b beibehalten werden.**

H1c und H1d untersuchen den Einfluss der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung auf die Einstellungsakzeptanz bzw. den wahrgenommenen Nutzen:

H1c: Je höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ist, desto positiver ist die Einstellungsakzeptanz gegenüber der Technologie.

H1d: Je höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ist, desto positiver ist der wahrgenommene Nutzen der Technologie.

Die Regressionsanalyse ergibt die folgenden Werte:

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	Sig. (<i>p</i>)
AV: Einstellungsakzeptanz				
UV: wahrgenommene Einfachheit der Nutzung	0,558	0,456	8,772	0,000

Modellgüte: $R^2 = 0,21$ ($F = 76,075$, $p = 0,00$), $n = 291$

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	Sig. (<i>p</i>)
AV: wahrgenommener Nutzen				
UV: wahrgenommene Einfachheit der Nutzung	0,405	0,330	5,947	0,000

Modellgüte: $R^2 = 0,12$ ($F = 35,363$, $p = 0,00$), $n = 291$

Tabelle 19: Ergebnisse der Regressionsanalyse

R^2 ist für den Einfluss der Variable PEOU auf die EA mit 0,21 eher gering, jedoch signifikant. Lediglich 21 Prozent der Varianz der AV können durch die UV erklärt werden. Der gerichtete Zusammenhang ist mit $\beta = 0,46$ mittelstark und hoch signifikant ($t = 8,77$, $p = 0,00$). **Die H1c kann also beibehalten werden.** Für den Einfluss der PEOU auf die Variable PU liegt R^2 nur bei 0,17. Die Varianzerklärung ist also sehr gering. Auch der Zusammenhang ist eher schwach ($\beta = 0,33$), jedoch hoch signifikant. **H1d wird ebenfalls beibehalten.** Für beide Aussagen ist jedoch anzumerken, dass die Stärke des Zusammenhangs nur im mittleren bzw. unteren Bereich liegt.

H1e postuliert einen positiven Zusammenhang zwischen der Einstellung und der Verhaltensabsicht:

H1e: Die Nutzungseinstellung beeinflusst die Verhaltensabsicht positiv.

Die einfache lineare Regression ergibt für die Güte des Modells $R^2 = 0,583$ ($F = 381,09$, $p = 0,00$). Es liegt mit $\beta = 0,763$ ein relativ hoher Einfluss der UV auf die AV vor, auch dieser ist hoch signifikant ($t = 19,52$, $p = 0,00$). Es gibt demnach einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen der Einstellung und der Verhaltensabsicht vor. **Hypothese H1e wird ebenfalls beibehalten.**

Abschließend wird Hypothese H1f überprüft:

H1f: Die Variablen PU, PEOU, die Nutzungseinstellung sowie die Nutzungsabsicht beeinflussen die Akzeptanz der Technologie positiv.

Zur Prüfung dieser Hypothese wird zuerst eine Korrelation zwischen allen genannten Variablen durchgeführt. Tabelle 20 gibt einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den in H1f genannten Variablen. Die Korrelationen sind allesamt hoch signifikant ($p < 0,01$) und nach Cohen mittelgroß bis groß. Hohe Korrelationskoeffizienten sind farblich hervorgehoben.

Akzeptanz	PU	PEOU	EA	VI
ohne Kosten	,586**	,410**	,673**	,715**
mit Kosten	,436**	,164**	,442**	,481**

Pearson Korrelation, n = 291; ** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

Tabelle 20: Tabelle der Korrelationskoeffizienten nach Pearson

Jede der vier Variablen hängt demnach positiv mit der Akzeptanz zusammen. Bei der Akzeptanz mit der Angabe jährlicher Zusatzkosten fallen die Korrelationskoeffizienten allgemein geringer aus. Dies ist damit zu erklären, dass die Akzeptanzwerte in diesem Fall deutlich schwächer sind (Vgl. Kapitel 6.3.1). Hohe Zusammenhänge nach Cohen ergeben sich für die Korrelation der Akzeptanz mit den Faktoren wahrgenommener Nutzen, Einstellungsakzeptanz und der Verhaltensintention. Es handelt sich jedoch um eine gerichtete Hypothese. Um also zu überprüfen, ob die Akzeptanz in diesem Fall die Wirkung der Variablen ist, sprich eine Kausalbeziehung vorliegt, wurde zusätzlich jeweils eine lineare Regression durchgeführt. Die Regression stützt die angenommene Richtung der Zusammenhänge für jede der vier Variablen, die damit als Prädiktoren für die Kriteriumsvariable Akzeptanz fungieren. Eine komplette Übersicht über die Ergebnisse der Regressionsanalyse kann dem Anhang (Vgl. Anhang 4) entnommen werden. **Die Ergebnisse zeigen, dass auch die Hypothese H1f beibehalten werden kann.**

Das TAM nach Davis diente als Grundlage für die Entwicklung des Rahmenmodells dieser Arbeit. Durch die in diesem Kapitel aufgeführten Ergebnisse zeigt sich, dass die von Davis gefundenen Zusammenhänge des TAM auch auf die Technologieakzeptanz beim Thema Smart Meter übertragbar sind. Das Grundmodell dieser Arbeit wird damit gestützt. Die gerichteten Zusammenhänge konnten im vorliegenden Datensatz gefunden werden.

Für die Hypothesenprüfung wurde der wahrgenommene Nutzen lediglich als aggregierter Faktor betrachtet, interessant für die Beantwortung der Forschungsfrage und die Ableitung der Handlungsempfehlung ist jedoch auch die Zustimmung der Apn auf den einzelnen Items. In Abbildung 23 sind die Mittelwerte der Zustimmung über alle Teilnehmer hinweg (Gesamt), sowie die Mittelwerte in den Clustern Befürworter und Ablehner dargestellt. Auf eine Darstellung für die Cluster 1 und 2 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, deren Mittelwerte befinden sich jedoch sehr nahe am Gesamtmittelwert.

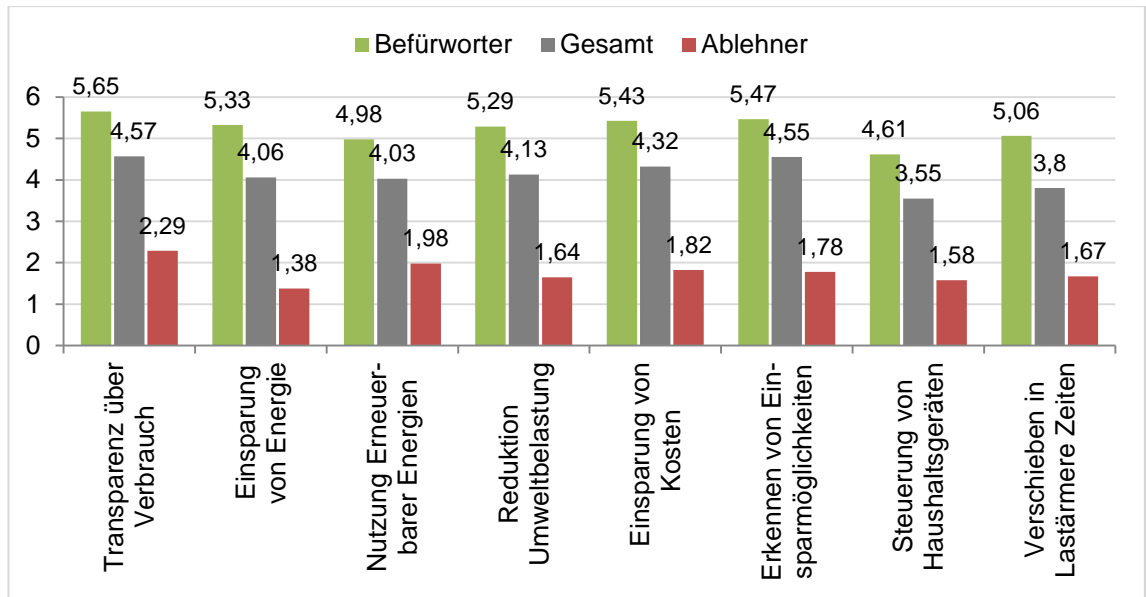


Abbildung 23: Mittelwerte der Zustimmung zu den einzelnen Items des Faktors PU

Die höchste Zustimmung findet sich über alle Gruppen hinweg für das Item „Transparenz über den Verbrauch“. Besonders bei den Befürwortern ist die Zustimmung mit $M = 5,65$ ($SD = 0,66$) sehr hoch. In der Gesamtstichprobe steht der Nutzen „Erkennen von Stromfressern und Einsparmöglichkeiten“ auf dem zweiten Platz ($M = 4,55$, $SD = 1,72$). Erst dann folgt die Einsparung von Kosten ($M = 4,32$, $SD = 1,78$). Der geringste Nutzen wird für die „automatische Steuerung von Haushaltsgeräten“ und für das „Verschieben von Haushaltsaktivitäten in lastärmere Zeiten“ wahrgenommen, hier liegen die Werte nur knapp über der Skalenmitte. Diese Rangfolge findet sich auch bei den Befürwortern. Im Cluster Ablehner dagegen liegt die „Einsparung von Energie“ auf dem letzten Platz ($M = 1,38$, $SD = 0,77$).

Insgesamt wird der Nutzen der Smart Meter Technologie also vor allem in den Grundfunktionen wie der Transparenz über den Verbrauch und dem Erkennen von Einsparmöglichkeiten gesehen. Die Kosten stehen, anders als in anderen Studienergebnissen, nicht an erster Stelle.

6.3.3 Einfluss der wahrgenommenen Risiken auf die Akzeptanz

Die Hypothesen H2a bis H2c beschreiben den angenommenen Einfluss des wahrgenommenen Risikos auf die Variablen PU, EA und die Akzeptanz. Auch hierfür werden jeweils einfache lineare Regressionen durchgeführt.

H2a: Je größer die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre sind, desto geringer ist der wahrgenommene Nutzen der Technologie.

Für den Einfluss des Risikos auf den wahrgenommenen Nutzen ergibt die Regression folgende Werte:

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	Sig. (<i>p</i>)
AV: wahrgenommener Nutzen	-0,377	-0,319	-5,717	0,000
UV: wahrgenommenes Risiko				

Modellgüte: $R^2 = 0,10$ ($F = 32,684$, $p = 0,00$), $n = 291$

Tabelle 21: Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H2a

Die Modellgüte ist hierbei sehr gering ($R^2 = 0,10$) jedoch hoch signifikant. Der Beta-Koeffizient weist durch das Vorzeichen einen negativen Einfluss nach. Dieser ist ebenfalls eher gering, aber vorhanden ($\beta = -0,32$) und entsprechend dem T-Test auch signifikant. **H2a kann somit beibehalten werden** - je höher das wahrgenommene Risiko, desto geringer der wahrgenommene Nutzen. Die UV erklärt mit 10 Prozent allerdings nur einen geringen Anteil der Gesamtvarianz.

Eine Darstellung der Cluster auf den Dimensionen wahrgenommenes Risiko und wahrgenommener Nutzen visualisiert die negative Beziehung zwischen den Variablen in H2a. So schätzen die Ablehner das Risiko sehr hoch und damit den Nutzen sehr gering ein, bei den Befürwortern ist die gegenteilige Positionierung erkennbar.

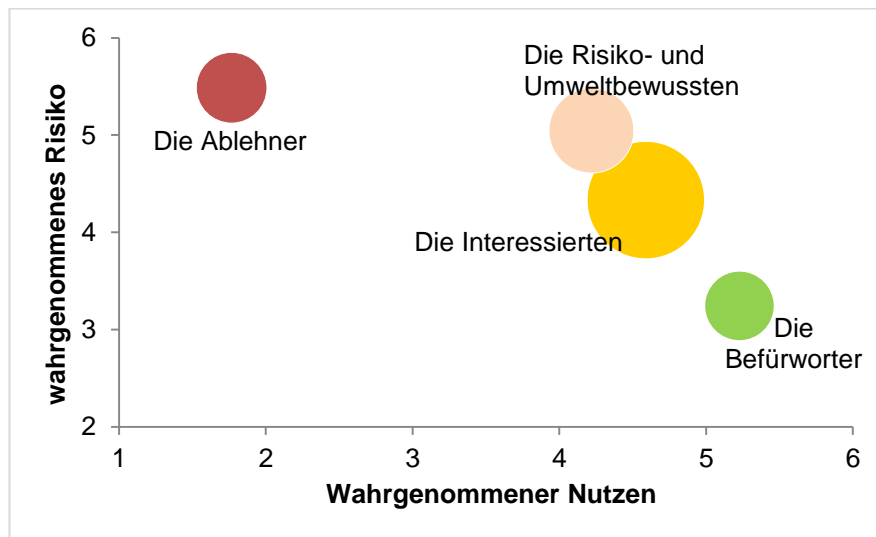


Abbildung 24: Positionierung der Cluster auf den Dimensionen wahrgenommenes Risiko und wahrgenommener Nutzen

H2b: Je größer die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre sind, desto negativer ist die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

H2c: Die wahrgenommenen Risiken hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre beeinflussen die Akzeptanz negativ.

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	Sig. (<i>p</i>)
AV: Einstellungsakzeptanz	-0,477	-0,404	-7,517	0,000
UV: wahrgenommenes Risiko				

Modellgüte: $R^2 = 0,164$ ($F = 56,499$, $p = 0,00$), $n = 291$

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	Sig. (<i>p</i>)
AV: Akzeptanz	-0,724	-0,468	-9,009	0,000
UV: wahrgenommenes Risiko				

Modellgüte: $R^2 = 0,219$ ($F = 81,159$, $p = 0,00$), $n = 291$

Tabelle 22: Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H2b und H2c

Für den Einfluss des wahrgenommenen Risikos auf die Einstellung und die Akzeptanz ergibt sich ein ähnliches Bild. In beiden Fällen ist ein negativer Einfluss vorhanden, der etwas höher ausfällt als für den wahrgenommenen Nutzen ($\beta = -0,404$ bzw. $\beta = -0,468$). In beiden Fällen sind die Ergebnisse signifikant. Das Bestimmtheitsmaß liegt auch in diesem Fall im niederen Bereich, ist jedoch in beiden Fällen signifikant. Das wahrgenommene Risiko übt einen negativen Einfluss auf die Einstellung sowie auf die Akzeptanz aus. **Hypothesen H2b und H2c werden ebenfalls beibehalten.**

Bei der Prüfung des Einflusses durch das wahrgenommene Risiko wird lediglich der gebildete Faktorwert einbezogen. Interessant für die Ableitung einer Handlungsempfehlung sind jedoch auch hier die einzelnen im Fragebogen abgefragten Items. Dabei wird sichtbar, welche Risiken besonders stark bzw. schwach beurteilt werden. Abbildung 25 bildet die Mittelwerte der Zustimmung zu den einzelnen Items ab, die den Faktor wahrgenommenes Risiko bilden. Neben den Gesamtmittelwerten über alle Teilnehmer hinweg, sind die Skalenmittelwerte der Gegner und der Befürworter dargestellt. Es fällt zum Beispiel auf, dass die Gefahr der Steuerung von Haushaltsgeräten durch Unbefugte insgesamt in jeder der dargestellten Gruppen gering eingeschätzt wird. Die Linien verlaufen nahezu parallel, die relative Gewichtung der unterschiedlichen Risiken ist also ähnlich.

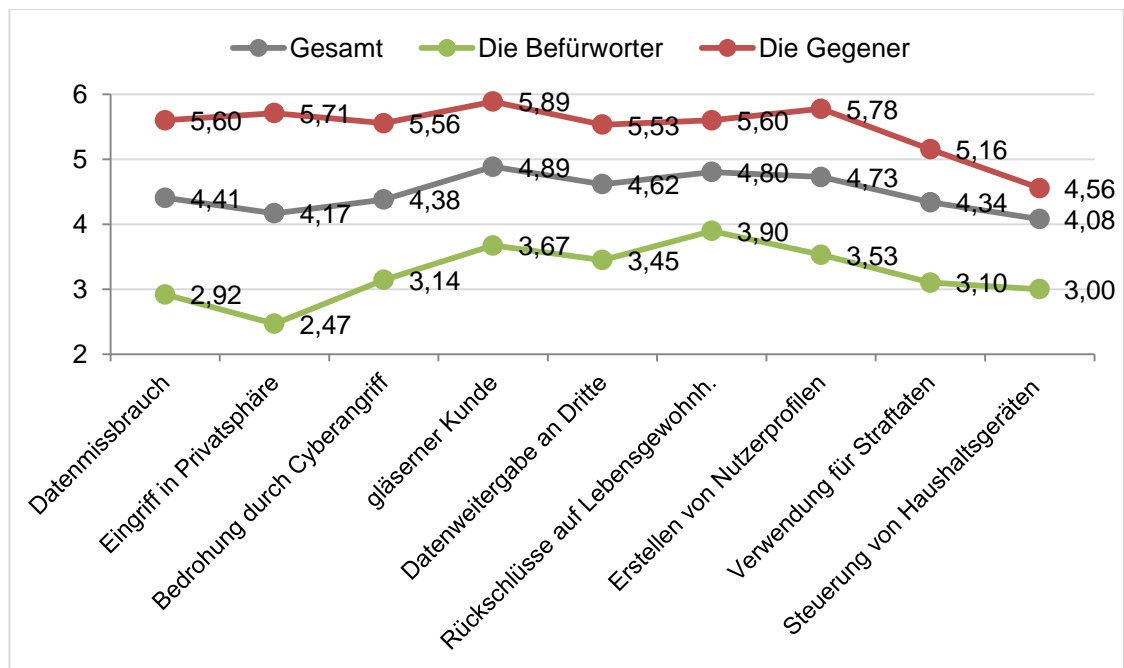


Abbildung 25: Darstellung der Mittelwerte der Zustimmung zu den Items des wahrgenommenen Risikos (6-stufige Skala von "stimme überhaupt nicht zu" bis "stimme voll und ganz zu")

Interessant ist außerdem, wie die Extremwerte auf der Skala von „Stimme überhaupt nicht zu“ bis „Stimme voll und ganz zu“ gewählt wurden. Volle Zustimmung gaben 123 Apn zu der Aussage, Smart Meter würden weiter zur Entwicklung eines gläsernen Kunden beitragen. Auch zum sechsten Item („Dadurch, dass meine Alltagshandlungen an den Energieverbrauch gekoppelt sind, ist es zu einfach, Rückschlüsse auf meine Lebensgewohnheiten zu ziehen“) war eine Zustimmung besonders häufig ($n = 115$). Das Risiko der Erstellung von Nutzerprofilen und der Verknüpfung mit Daten aus anderen Quellen erhielt ebenfalls eine hohe Zustimmung ($n = 110$).

Die Ergebnisse in diesem Kapitel weisen auf einen Einfluss des wahrgenommenen Risikos hin. Der Zusammenhang der Variable mit der Einstellung und der Akzeptanz fällt größer aus, als der Zusammenhang mit dem wahrgenommenen Nutzen. Die genaue Auflistung der Risikoitems zeigt, dass diese sowohl von Ablehnern als auch von Befürwortern ähnlich gewichtet werden, die Zustimmungswerte variieren jedoch stark.

6.3.4 Einfluss des Umweltbewusstseins und des Energiesparverhaltens

In Kapitel 2.3 wurden verschiedene Modelle zur „Sustainable Energy Technology Acceptance“ vorgestellt. Laut bisherigen Forschungsergebnissen gibt es einen Einfluss von Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten auf die Akzeptanz. Der Einfluss dieser Variablen wird auch für diese Studie geprüft. Die Hypothesentests werden analog zum vorhergehenden Kapitel mit einer linearen Regression durchgeführt.

H3a: Das Umweltbewusstsein sowie das aktuelle Energiesparverhalten einer Person haben einen positiven Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen der Technologie.

Da die Faktorenanalyse zwei Faktoren für das Energiesparverhalten ergab, wird die Regression für diese Hypothese dreifach durchgeführt (AV = PU, UV1 = Umweltbewusstsein, UV2 = Energiesparverhalten 1, UV3 = Energiesparverhalten 2).

Die Regression ergibt signifikante Ergebnisse für das Umweltbewusstsein und das Energiesparverhalten 2:

Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: wahrgenommener Nutzen				
UV: Umweltbewusstsein	0,274	0,195	7,996	0,000
Modellgüte: $R^2 = 0,04$ (F = 11,460, p = 0,001), n = 291				
Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: wahrgenommener Nutzen				
UV: Energiesparverhalten 2	0,121	0,121	2,08	0,038
Modellgüte: $R^2 = 0,02$ (F = 4,324,684, p = 0,038), n = 291				

Tabelle 23: Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3a

Für den Faktor Energiesparverhalten 1 sind die Werte nicht signifikant ($R^2 = 0,004$, n.s.; $\beta = -0,063$, n.s.). Für die anderen beiden Faktoren weist das Modell nur eine geringe Güte auf, ist dabei jedoch signifikant. So erklärt der Faktor Umweltbewusstsein lediglich vier Prozent und der Faktor Energiesparverhalten 2 nur zwei Prozent der Ge-

samtvarianz des Faktors PU. Der Einfluss ist in beiden Fällen positiv und damit wie in der Hypothese angenommen. Für das Umweltbewusstsein liegt der Betakoeffizient bei 0,195 ($t = 7,99$, $p = 0,00$), für das Energiesparverhalten 2 bei 0,121 ($t = 2,08$, $p = 0,04$). Beide Effekte sind also eher schwach, jedoch auf dem Signifikanzniveau von 0,05 signifikant. **Die Hypothese H3a kann damit nur zum Teil beibehalten werden. Für den Faktor Energiesparverhalten 1 muss die Annahme, dass ein Einfluss auf PU besteht, verworfen werden.**

Für den Einfluss auf die Einstellungsakzeptanz ergibt sich ein ähnliches Bild:

H3b: Das Umweltbewusstsein sowie das aktuelle Energiesparverhalten einer Person haben einen positiven Einfluss auf die Nutzungseinstellung gegenüber der Technologie.

Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: Einstellungsakzeptanz	0,267	0,191	3,309	0,001
UV: Umweltbewusstsein				

Modellgüte: $R^2 = 0,04$ ($F = 10,952$, $p = 0,001$), $n = 291$

Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: Einstellungsakzeptanz	0,124	0,125	2,135	0,034
UV: Energiesparverhalten 2				

Modellgüte: $R^2 = 0,16$ ($F = 4,557$, $p = 0,034$), $n = 291$

Tabelle 24: Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3b

Auch in diesem Fall sind die Ergebnisse für den Faktor Energiesparverhalten 1 nicht signifikant ($R^2 = 0,004$, n.s.; $\beta = -0,053$, n.s.). Die Modellgüte weist darauf hin, dass der Faktor Umweltbewusstsein vier Prozent, der Faktor Energiesparverhalten 16 Prozent der Einstellungsakzeptanz erklären kann. Die F-Werte sind – wie der Tabelle zu entnehmen ist – signifikant. Der gefundene Einfluss ist für beide Faktoren positiv und signifikant, jedoch auch hier eher schwach (Umweltbewusstsein: $\beta = 0,19$, $t = 3,309$, $p = 0,001$; Energiesparverhalten 2: $\beta = 0,13$, $t = 2,135$, $p = 0,034$). **Auch H3b wird daher nur zum Teil beibehalten, die Annahme es bestehe ein Einfluss des Faktors Energiesparverhalten 1 auf die Variable EA wird verworfen.**

Abschließend wird der Einfluss der drei Faktoren auf die Akzeptanz der Technologie geprüft:

H3c: Das Umweltbewusstsein und das aktuelle Energiesparverhalten haben einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Technologie.

Variablen	B	β	t	Sig. (p)
AV: Akzeptanz	0,217	0,118	2,027	0,044
UV: Umweltbewusstsein				

Modellgüte: $R^2 = 0,14$ ($F = 4,109$, $p = 0,04$), $n = 291$

Variablen	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>Sig. (p)</i>
AV: Akzeptanz	0,160	0,123	2,100	0,037
UV: Energiesparverhalten 2				
Modellgüte: $R^2 = 0,02$ ($F = 4,411$, $p = 0,04$), $n = 291$				

Tabelle 25: Ergebnisse der Regressionsanalyse zu H3c

Für die unabhängigen Variablen Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten 2 ist die Modellgüte gering, aber signifikant. Die Betakoeffizienten weisen auf einen positiven Einfluss hin, für das Umweltbewusstsein liegt dieser bei 0,118 ($t = 2,03$, $p = 0,04$), für das Energiesparverhalten 2 bei 0,123 ($t = 2,10$, $p = 0,04$). Der t-Test ist jeweils auf dem 5-Prozent Niveau signifikant. Auch auf die Akzeptanz übt der Faktor Energiesparverhalten 1 keinen signifikanten Einfluss aus ($R^2 = 0,10$, n.s.; $\beta = -0,10$, n.s.). **Somit wird Hypothese H3c nur teilweise beibehalten, für das Energiesparverhalten 1 muss die Annahme verworfen werden.**

In Abbildung 26 ist die Beziehung zwischen den Faktoren wahrgenommener Nutzen und Umweltbewusstsein grafisch dargestellt. Die Lage der Cluster in diesen Dimensionen zeigt einen positiven Zusammenhang. Jedoch ist im Vergleich zur Positionierung der Cluster anhand des Risikobewusstseins auch erkennbar, dass sich die Werte auf der Achse des Umweltbewusstseins nur wenig unterscheiden, im wahrgenommenen Nutzen aber weiter auseinander liegen. Hier verdeutlichen sich die mit der Regressionsanalyse gefundenen Ergebnisse.

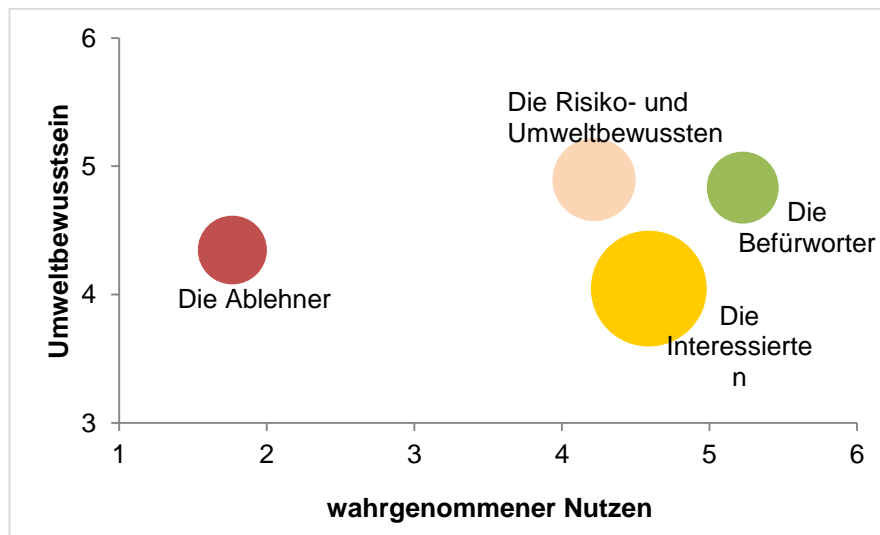


Abbildung 26: Positionierung der Cluster auf den Dimensionen wahrgenommener Nutzen und Umweltbewusstsein

Zusammengefasst muss der Einfluss des Energiesparverhaltens auf den wahrgenommenen Nutzen, die Einstellung und die Akzeptanz also teilweise verworfen werden. Der angenommene Einfluss des Umweltbewusstseins ist in den Daten erkennbar, fällt jedoch eher schwach aus.

6.3.5 Einfluss der externen Faktoren auf die Akzeptanz

In den Hypothesen wurden weitere externe Faktoren formuliert, die möglicherweise Unterschiede in der Bewertung der Smart Meter bewirken. Diese Annahmen werden nun geprüft. Zu Beginn werden die Variablen Wohnverhältnis, Haushaltsgröße und Verantwortlichkeit für die Stromrechnung analysiert.

Eine ANOVA zeigt, dass sich die gebildeten Kategorien für das Wohnverhältnis (Miete $n = 137$, Eigentum $n = 143$, Sonstiges $n = 11$) in der Bewertung des wahrgenommenen Nutzens signifikant unterscheiden ($F = 11,47$, $p = 0,000$). Ein post-hoc Mehrfachvergleich ergibt, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Kategorien Eigentümer und Mieter signifikant besteht ($M_{diff} = 0,75$), für die Kategorie Sonstiges werden keine signifikanten Unterschiede gefunden. Ein Diagramm der Mittelwerte visualisiert dieses Ergebnis:

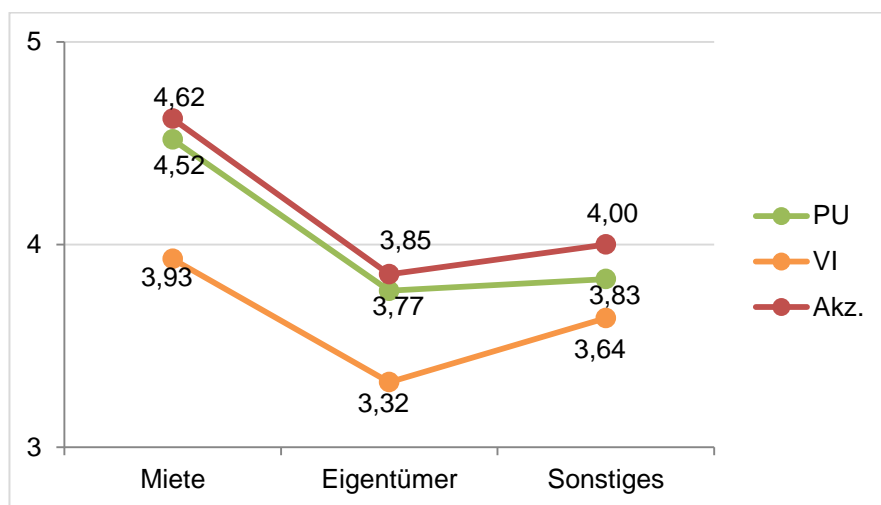


Abbildung 27: Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der Verhaltensintention und der Akzeptanz nach Wohnverhältnis

Hierbei ist erkennbar, dass sich beide Mittelwerte über der Skalenmitte befinden, alle Gruppen schätzen den wahrgenommenen Nutzen eher hoch ein. Signifikant größer wird dieser jedoch von der Kategorie Mieter bewertet. Das Schaubild zeigt zudem die Mittelwerte für die Akzeptanz ohne Kosten und die Nutzungsintention. Dabei ergibt sich ein ähnliches Bild. Für beide Faktoren sind die Mittelwerte in der Kategorie Mieter höher. Die Varianzanalyse wird sowohl für die Akzeptanz ($F = 6,81$, $p = 0,00$) als auch für die Nutzungsintention ($F = 4,99$, $p = 0,01$) signifikant. Auch hier zeigt der post-hoc Test, dass jeweils nur die Differenz zwischen Mieter und Eigentümer signifikant ist (Akzeptanz $M_{diff} = 0,77$, Verhaltensintention $M_{diff} = 0,61$). Für die Akzeptanz mit Zusatzkosten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede, dies zieht sich bisher konstant durch alle Ergebnisse.

Für die Haushaltsgröße wurde abgefragt, wie viele Personen (eingeschlossen der Apn) im Haushalt wohnen. Die Angaben liegen zwischen einer und sechs Personen, ein Ausreißer (27) wurde aus der Analyse ausgeschlossen. Eine Korrelation der gebildeten Faktoren (PU, PEOU, EA, RI, UB, EV und VI) sowie der Variablen Akzeptanz mit der Haushaltsgröße zeigt, dass keine signifikanten Zusammenhänge bestehen. Die Korre-

lation ergibt für keinen der Faktoren ein Signifikanzniveau unter fünf Prozent. Auch eine zusätzliche Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den sechs Gruppen. Die Annahme, es gäbe einen Einfluss der Größe des Haushaltes wird daher verworfen.

Für die Verantwortlichkeit für die Stromrechnung wurden in der Befragung bereits drei Antwortkategorien vorgegeben (Ja $n = 178$, Nein $n = 39$, Zum Teil $n = 74$). Da es sich somit um mehr als zwei Gruppen handelt wird für einen Mittelwertvergleich erneut eine ANOVA berechnet. Diese ergibt für alle der drei geprüften Faktoren wahrgenommener Nutzen ($F = 11,15$, $p = 0,00$), Verhaltensintention ($F = 7,306$, $p = 0,001$) und die Akzeptanz ($F = 4,20$, $p = 0,02$) signifikante Unterschiede. Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich der Mittelwerte:

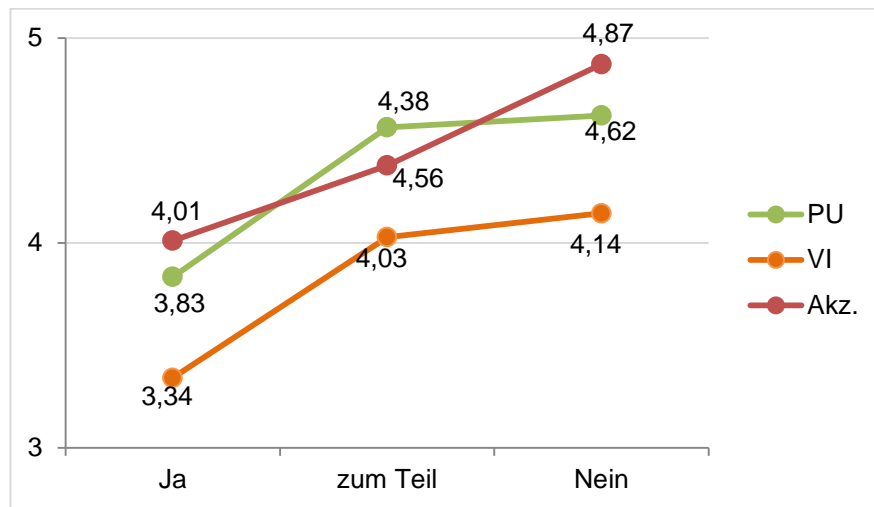


Abbildung 28: Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der Verhaltensintention und der Akzeptanz nach Verantwortlichkeit für Stromrechnung

Interessant sind auch in diesem Fall die Ergebnisse der Post-Hoc Tests. Für den wahrgenommenen Nutzen sind die Mittelwerte zwischen den Gruppe „Ja“ und „zum Teil“ ($M_{diff} = -0,73$, $p = 0,00$) sowie zwischen den Gruppen „Ja“ und „Nein“ verschieden ($M_{diff} = -0,79$, $p = 0,00$). Auch für die Verhaltensintention und die Akzeptanz zeigt sich dieses Muster. Durchweg ist der Mittelwert in der Gruppe, die nicht selbst für die Stromrechnung verantwortlich ist höher.

Um eine mögliche Erklärung für dieses Antwortverhalten zu finden, können zusätzlich die Unterschiede der Gruppen für das Energiesparverhalten und das wahrgenommene Risiko berücksichtigt werden. Beim wahrgenommenen Risiko zeigt die post-hoc Varianzanalyse einen signifikant höheren Mittelwert in der Gruppe „Ja“ im Vergleich zur Gruppe „Nein“ ($M_{diff} = 0,62$, $p = 0,002$). Auch beim Energiesparverhalten (EV2) ist diese Tendenz vorhanden ($M_{diff} = 0,80$, $p = 0,002$). Personen, die für das Bezahlen der Stromrechnung selbst verantwortlich sind, beschreiben ihr eigenes Verhalten als energiesparender, schätzen jedoch auch das Risiko höher ein. Wie unter 6.3.3 beschrieben, hat das wahrgenommene Risiko einen signifikanten Einfluss auf die in diesem Zusammenhang untersuchten Variablen.

Zur Wohnsituation lässt sich also festhalten: Die Haushaltsgröße übt keinen Einfluss auf die geprüften Faktoren aus, Mieter und Personen die für die Stromrechnung nicht selbst verantwortlich sind beurteilen den Nutzen höher und geben höhere Akzeptanzwerte an.

Ein weiterer externer Faktor, der untersucht werden soll, ist die Zahlungsbereitschaft. In der Befragung wurden sowohl die allgemeine Zahlungsbereitschaft der Probanden (Ausgabe für eine Schachtel Pralinen als Geschenk), als auch die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien erhoben. Zwischen den beiden Angaben besteht keine signifikante Korrelation ($r = 0,08$). Die allgemeine Zahlungsbereitschaft korreliert außerdem auch mit keinem der gebildeten Faktoren oder der Akzeptanz. Sie scheint damit auf die Bewertung und die Akzeptanz der Technologie keinen Einfluss zu haben. Die Korrelationen der Variable Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

	PU	PEOU	EA	RI	UB
<i>r</i>	,128*	,127*	,155**	-0,075	,566**
<i>p</i>	0,03	0,03	0,01	0,21	0,00

	EV1	EV2	VI	Akzeptanz (ohne Kosten)	Akzeptanz (mit Kosten)
<i>r</i>	,193**	,323**	,247**	,123*	,248**
<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00

*Signifikanzniveau 0,05 (2-seitig) **Signifikanzniveau 0,01 (2-seitig)

Tabelle 26: Korrelationen mit der Variable "Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Technologien"

Die Korrelationen sind für alle Faktoren – außer dem wahrgenommenen Risiko – signifikant und positiv. Es gibt also positive Zusammenhänge zwischen beispielsweise dem wahrgenommenen Nutzen und der Zahlungsbereitschaft. Besonders hoch ist die Korrelation zwischen der Zahlungsbereitschaft und dem Umweltbewusstsein, mit $r = 0,57$ handelt es sich nach Cohen um einen starken Zusammenhang. Je höher die Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien ist, desto höher ist also auch die Akzeptanz eines Smart Meters, auch unter der Voraussetzung, dass jährliche Zusatzkosten anfallen ($r = 0,328$). Auch der wahrgenommene Nutzen, die Einstellung sowie die Verhaltensintention fallen mit höheren Werten bei der Zahlungsbereitschaft entsprechend größer aus. Abbildung 29 zeigt die absolute Häufigkeit der Antworten auf der Skala zur Zahlungsbereitschaft:

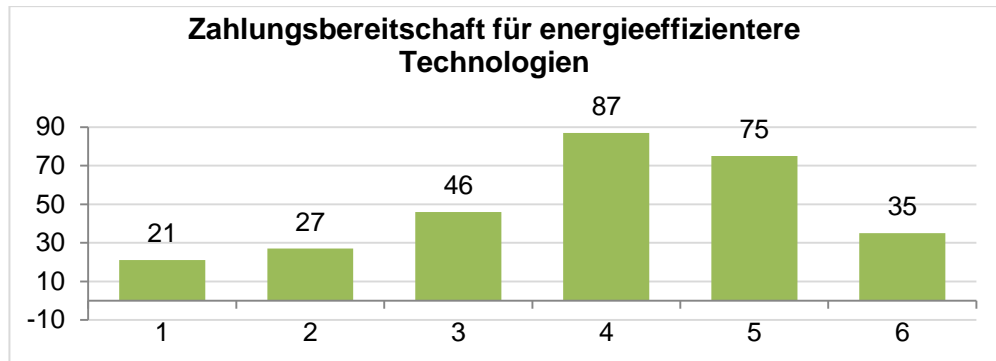


Abbildung 29: Häufigkeit der Zustimmung zu der Aussage "Ich bin bereit für umweltfreundlichere Technologien mehr Geld auszugeben" (1 - stimme überhaupt nicht zu bis 6 - Stimme voll und ganz zu)

Demnach scheint eine Bereitschaft bei der Mehrheit der Teilnehmer vorhanden zu sein. 67,7 Prozent der Antworten liegen über der Skalenmitte und drücken damit eine positive Zustimmung aus.

Letztendlich werden in diesem Kapitel nun noch die Zusammenhänge zwischen den erhobenen soziodemografischen Variablen (Alter, Geschlecht, Bildung, Nettoeinkommen) und der Akzeptanz sowie den Variablen PU und VI untersucht.

Die Akzeptanzwerte unterscheiden sich nach den Ergebnissen einer ANOVA zwischen den Altersgruppen sowohl für die Variable mit Kosten als auch für die Variable ohne Kosten signifikant ($F = 3,95$, $p = 0,009$).

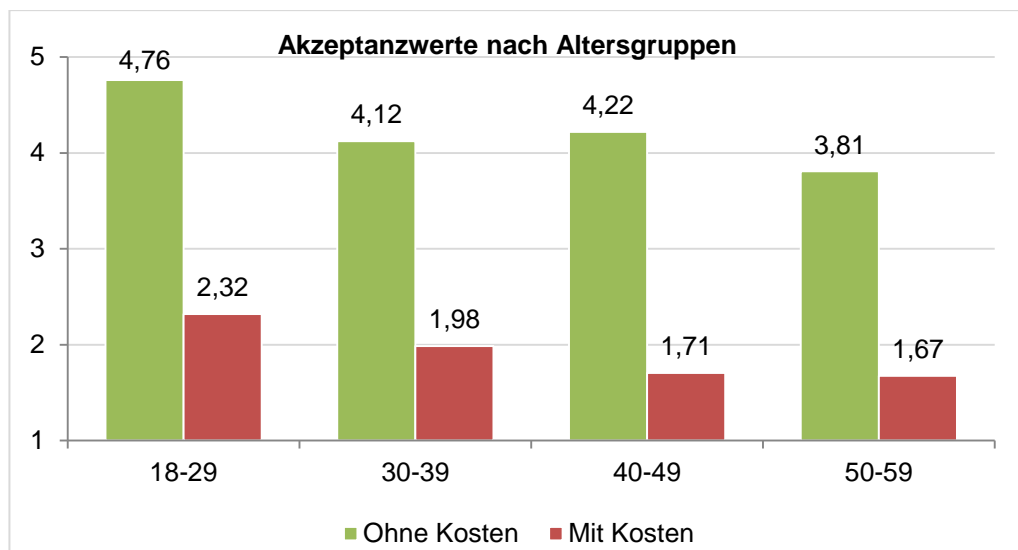


Abbildung 30: Mittelwerte der Akzeptanz mit und ohne Kosten nach Altersgruppen

Die durchgeführten Mehrfachvergleiche ergeben einen signifikanten Unterschied zwischen den 18-29 Jährigen und den 50-59 Jährigen für die Akzeptanz ohne Kosten ($M_{diff} = 0,95$, $p = 0,003$). Diese Gruppen unterscheiden sich auch bei der Akzeptanz mit Kosten signifikant ($M_{diff} = 0,65$, $p = 0,009$), außerdem unterscheidet sich die erste Altersgruppe hier zusätzlich signifikant von der Gruppe der 40-49 Jährigen ($M_{diff} = 0,614$, $p = 0,010$). Die jüngste Altersgruppe gibt damit signifikant höhere Zustimmung zur Akzeptanz des Einbaus eines Smart Meters durch den Energieversorger. Die geringsten Akzeptanzwerte finden sich in der Gruppe über 50 Jahren.

In Abbildung 31 sind zudem die Mittelwerte für die Faktoren PU, PEOU und VI abgetragen.

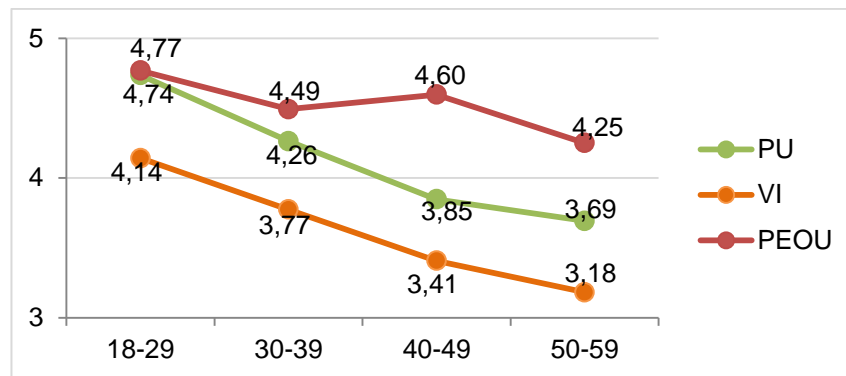


Abbildung 31: Mittelwerte des wahrgenommenen Nutzens, der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der Verhaltensintention nach Altersgruppen

Sowohl der wahrgenommene Nutzen als auch die Verhaltensabsicht fallen mit zunehmendem Alter, ähnlich der Akzeptanz. Für die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ergeben sich keine so großen Unterschiede. Die einfaktorische Varianzanalyse ist für alle der drei untersuchten Variablen signifikant. Für den wahrgenommenen Nutzen ergeben auch die Post-Hoc Tests signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen 1, 2 und 4. Lediglich die Gruppe der 30-39 Jährigen unterscheidet sich nicht signifikant von den übrigen Kategorien, dasselbe gilt für die Verhaltensabsicht. Beim Faktor PEOU unterscheiden sich lediglich Gruppen 1 und 4 signifikant voneinander, in der jüngeren Altersgruppe ist die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung höher ($M_{diff} = 0,52$, $p = 0,018$).

Tabelle 27 beinhaltet die Mittelwerte getrennt nach Geschlecht für die Variablen Akzeptanz, den wahrgenommenen Nutzen, die Einstellung und die Verhaltensabsicht. Ebenfalls sind die Ergebnisse der T-Tests für unabhängige Stichproben vermerkt:

	Weiblich		Männlich		t-Test
	M	SD	M	SD	
Akzeptanz (ohne K.)	4,43	1,57	4,08	1,91	1,74
Akzeptanz (mit K.)	2,25	1,31	1,69	1,11	3,74**
PU	4,57	1,10	3,82	1,45	4,99**
EA	4,44	1,12	3,84	1,46	4,02**
VI	3,85	1,35	3,47	1,72	2,06*

n = 291 (w = 118, m = 173), *p < 0,05, **p < 0,01

Tabelle 27: Ergebnisse der T-Tests für unabhängige Stichproben für die UV Geschlecht

Die durchgeführten T-Tests ergeben signifikante Unterschiede auf allen einbezogenen Variablen, lediglich die Akzeptanz ohne zusätzliche Kosten ist nicht signifikant verschieden. Bei den weiblichen Apn sind die Werte für die Akzeptanz mit Kosten ($M_{diff} = 0,55$), den wahrgenommene Nutzen ($M_{diff} = 0,75$), die Einstellung ($M_{diff} = 0,61$) sowie die Verhaltensabsicht ($M_{diff} = 0,38$) höher als bei den männlichen Apn.

Der Vollständigkeit halber wurden auch für die Faktoren PEOU, wahrgenommenes Risiko, Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Für diese Faktoren ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen.

Abschließend werden in diesem Kapitel noch die externen Faktoren Bildung und Nettoeinkommen untersucht. Eine ANOVA mit der UV Bildung ergibt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten nur für die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ($F = 6,39$, $p = 0,000$) sowie für die Akzeptanz ohne Kosten ($F = 4,56$, $p = 0,001$). Die folgende Abbildung zeigt die Mittelwerte in den Gruppen:

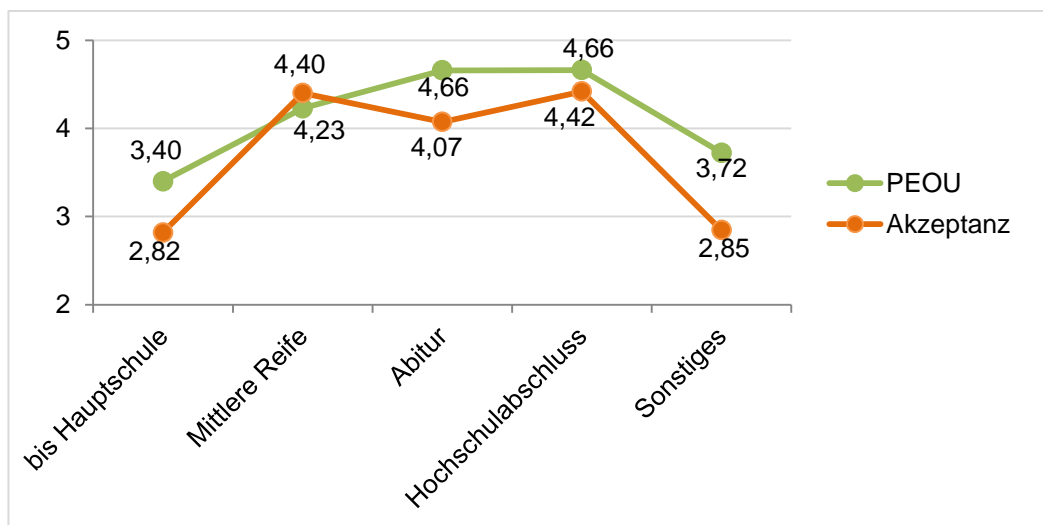


Abbildung 32: Mittelwerte der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der Akzeptanz nach Schulabschluss

Die Werte sind sowohl für die wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung sowie der Akzeptanz in der Gruppe bis zur Hauptschule und der Gruppe Sonstiges deutlich geringer. Demnach wird von Personen mit geringem Bildungsabschluss die Nutzung als weniger einfach eingeschätzt. Damit liegt die Annahme nahe, dass die geringe Akzeptanz in dieser Gruppe unter anderem durch die geringe PEOU erklärt werden kann. Eine zusätzlich durchgeführte einfache lineare Regression stützt diese Annahme ($R^2 = 0,16$, $F = 58,50$, $p = 0,00$). Der Beta-Koeffizient liegt bei 0,41 ($T = 7,65$, $p = 0,00$). Damit ergibt die Regression einen mittelstarken, positiven Zusammenhang zwischen PEOU und der Akzeptanz.

Eine Korrelation nach Spearman (zwei ordinalskalierte, diskrete Variablen) ergibt einen Zusammenhang zwischen Schulabschluss und Nettoeinkommen ($r = 0,153$, $p = 0,009$). Daher wird ein ähnliches Ergebnis auch für das Nettoeinkommen erwartet. Die durchgeführte ANOVA bestätigt dies jedoch nicht. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ergeben sich weder für die Akzeptanz, noch für die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung. Signifikant sind die Ergebnisse jedoch für die Variablen PU ($F = 4,73$, $p = 0,000$), EA ($F = 5,45$, $p = 0,000$), RI ($F = 3,341$, $p = 0,006$) und die Verhaltensabsicht ($F = 2,42$, $p = 0,036$). Die schwache Korrelation und die unterschiedlichen Ergebnisse für Schulabschluss und Nettoeinkommen sind vermutlich

durch die hohe Zahl der Studierenden in den Kategorien Abitur und Hochschulabschluss zu erklären, deren Einkommen jedoch während des Studiums noch gering ist.

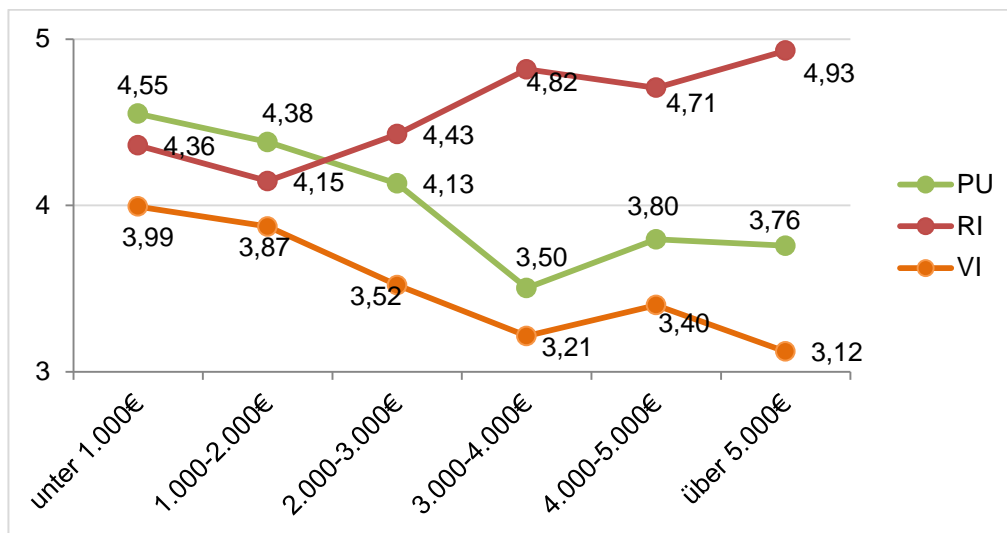


Abbildung 33: wahrgenommener Nutzen, wahrgenommenes Risiko und Verhaltensabsicht nach Einkommensgruppen

Während das wahrgenommene Risiko mit zunehmendem Einkommen ansteigt, sinken die Werte für den wahrgenommenen Nutzen und die Verhaltensintention.

Bei der Wohnortgröße ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den gebildeten Gruppen für die Akzeptanz. Signifikante Ergebnisse liefert die ANOVA lediglich für die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung ($F = 3,81$, $p = 0,002$), und das Energiesparverhalten 2 ($F = 3,07$, $p = 0,01$). Der Mittelwert für die Variable PEOU fällt in den Gruppen kleine und große Großstadt größer aus, das Energiesparverhalten ist in allen Gruppen ähnlich hoch, die Kategorie große Großstadt bildet mit einem signifikant geringeren Wert die Ausnahme.

6.3.6 Feedbackpräferenz und Wünsche

Die dritte Fragestellung befasst sich mit der Feedbackpräferenz sowie den Wünschen und Erwartungen der Endverbraucher. Als präferiertes Feedbacksystem für die Darstellung des Stromverbrauchs würden sich 50,2 Prozent der Apn für ein In-Home Display entscheiden. 31,3 Prozent wählten die Mobile App und nur 18,6 Prozent würden gerne ein Online-Verbrauchsportal nutzen.

Neben der Feedbackpräferenz wurde in diesem Zusammenhang nach Wünschen und Erwartungen an die Technologie gefragt. Die gesamte Auswertung der 233 Nennungen als Tabelle findet sich im Anhang (Vgl. Anhang 5). Es wurde eine Häufigkeitsauswertung vorgenommen, die Nennungen wurden fünf Oberkategorien (Vgl. Abbildung 34) zugeordnet, und darin jeweils Unterkategorien gebildet. Das Kreisdiagramm zeigt die Häufigkeit der Nennungen in der jeweiligen Kategorie:

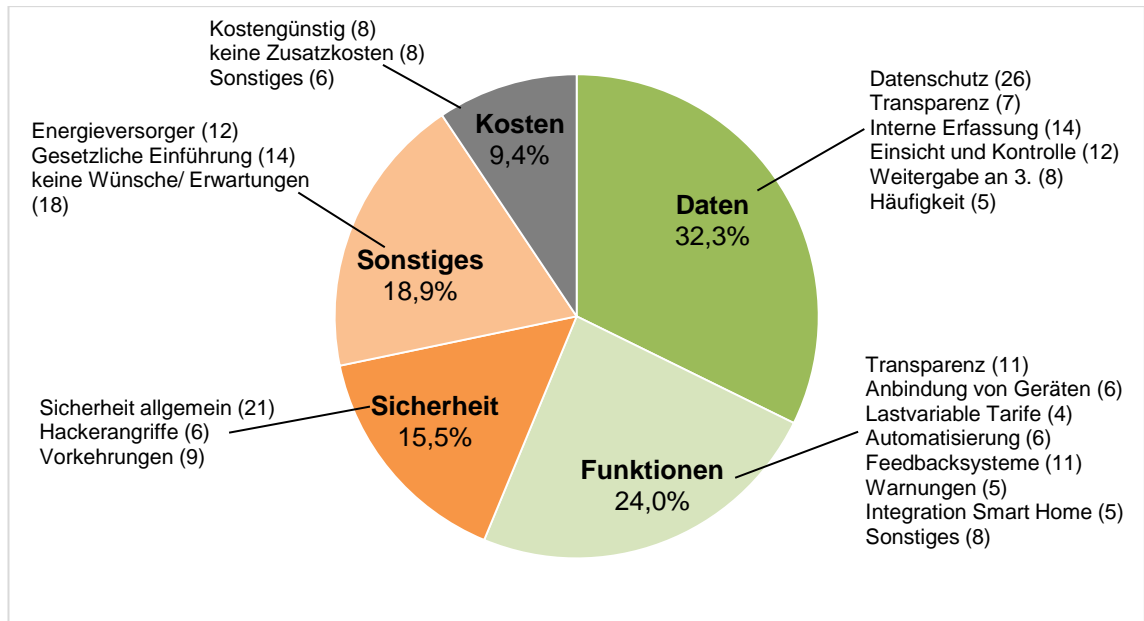


Abbildung 34: Häufigkeitsauswertung offene Nennungen - Zu den fünf Oberkategorien sind jeweils die gebildeten Untergruppen und die Häufigkeit der Nennungen innerhalb dieser dargestellt

Im Bereich der Kosten wurde häufig der Wunsch nach kostengünstiger Nutzung geäußert, genauso wie keine aufkommenden Zusatzkosten gefordert wurden. Außerdem fiel die Aussage, Umweltbewusstsein dürfe nicht monetär bestraft werden, die Kosten also den Nutzen nicht aufwiegen. Im Bereich Daten war neben der Nennung des Datenschutzes allgemein häufig die Forderung, eine interne Erfassung und Verwendung der Daten ohne Anbindung an das Netz zu ermöglichen. Bei den gewünschten Funktionen kam unter anderem der Wunsch an eine bestmögliche Integration in das Smart Home auf, sowie nach der Möglichkeit bestimmte Schwellenwerte zu definieren und Warnungen/ Push-Nachrichten bei Überschreiten zu erhalten. Erwartungen unter Sonstiges betreffen zum einen die Energieversorger (z.B. bessere Aufklärung über Risiken, Haften des Versorgers für Schäden, Umwelt statt Profit in den Vordergrund, Anregung des Wettbewerbs etc.) und zum anderen die gesetzliche Einführung. Hier wurde einerseits der Wunsch nach einer möglichst schnellen flächendeckenden Einführung geäußert, auf der anderen Seite stehen Gegner des Zwangseinbaus, die eine verpflichtende Nutzung nur für Großkunden als sinnvoll erachten. Die Tabelle im Anhang beinhaltet weitere beispielhafte Nennungen für jede Kategorie.

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden abschließend knapp zusammengefasst und vor deren Hintergrund die jeweils übergeordnete Fragestellung beantwortet:

Fragestellung 1: Wie hoch ist das Bewusstsein für Smart Meter Technologien und wie hoch die Akzeptanz dieser in Deutschland aktuell?

Die Bekanntheit ist bei ungefähr der Hälfte der Teilnehmer gegeben, 50 Prozent geben an, noch nie etwas von Smart Metern gehört zu haben, 47 Prozent geben an die Technologie bereits zu kennen. Die Akzeptanz der Installation von einem Smart Meter liegt im Mittel bei 4,22 und ist damit relativ hoch; jedoch sinkt der Wert stark (1,23), wenn von jährlichen Zusatzkosten ausgegangen wird. Die Assoziationen mit dem Smart Metering sind zum größten Teil neutral, die Technologie wird mit Begriffen wie digital oder intelligent in Verbindung gebracht. Knapp 18 Prozent der genannten Assoziationen sind positiv – Begriffe wie Fortschritt, Umweltschutz oder Transparenz und Kontrolle fallen häufig. 39 Prozent aller Assoziationen sind negativ einzuordnen. Die häufigsten Äußerungen betreffen Datenschutz und Kosten, auch in die Kategorien Ungenauigkeit, Überwachung und fehlender Nutzen fallen viele der genannten Begriffe. Insgesamt besteht also ein Bewusstsein in der Zielgruppe, jedoch fällt die Bereitschaft, anfallende Zusatzkosten zu tragen, sehr gering aus. Zudem ist die Technologie noch stark negativ konnotiert.

Fragestellung 2: Welche Faktoren haben Einfluss auf die Akzeptanz und die Nutzung der Funktionen von Smart Metern?

Ein hoher wahrgenommener Nutzen der Technologie führt nach den Ergebnissen zu einer positiveren Einstellungsakzeptanz, genauso wie zu einer höheren Nutzungsabsicht. Einstellungsakzeptanz und Nutzungsabsicht werden außerdem positiv durch eine höhere wahrgenommene Einfachheit der Nutzung beeinflusst. Abgesehen davon konnte ein positiver Einfluss der Einstellung auf die Verhaltensabsicht gefunden werden. Jede der genannten Variablen übt einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Smart Meter aus (H1a – H1f). Die Ergebnisse zeigen, dass auch für den Forschungsgegenstand dieser Arbeit die von DAVIS gefunden Zusammenhänge auftreten. Die Einflussfaktoren des TAM gelten auch für die Akzeptanz und Nutzung von Smart Metern. Als weitere Einflussfaktoren auf die Akzeptanz stellen sich das wahrgenommene Risiko (H2a – H2c) und das Umweltbewusstsein einer Person heraus. Das Energiesparverhalten betreffend, sind nur „fortgeschrittene“ Verhaltensweisen bedeutsam für die Akzeptanz (H3a – H3c).

Bei den in die Auswertung einbezogenen externen Faktoren zeigt sich ein Einfluss des Wohnverhältnisses – in der Kategorie Mieter sind Akzeptanz, Nutzungsintention und wahrgenommener Nutzen höher, als bei Eigentümern. Ebenfalls höher fallen diese Werte aus, wenn der Befragte nicht selbst für die Stromrechnung verantwortlich ist. Die Haushaltsgröße hat entgegen der Erwartung keinen Einfluss. Alle untersuchten Variablen korrelieren außerdem positiv mit der Zahlungsbereitschaft für energieeffiziente Technologien, auch durch diesen Faktor ist also ein Einfluss gegeben. Beim Alter fin-

den sich die geringsten Akzeptanzwerte in der Gruppe 50+, besonders hoch ist die Akzeptanz in der jüngsten Altersgruppe. Das Geschlecht scheint ebenfalls einen Einfluss zu haben, so sind die Mittelwerte für Nutzen, Einstellung und die Verhaltensabsicht, genauso wie die Akzeptanz bei den weiblichen Teilnehmern signifikant höher. Die Akzeptanz ist außerdem bei Personen mit Hauptschulabschluss geringer als bei denen mit höheren Schulabschlüssen. Für das Nettoeinkommen konnte kein Einfluss festgestellt werden. Die Wohnortgröße übt keinen Einfluss auf die Akzeptanz aus.

Fragestellung 3: Welche Funktionen und Möglichkeiten wünschen sich die Endverbraucher im Hinblick auf Feedback und Kontrolle des eigenen Verbrauchsverhaltens?

Bei den Feedbacksystemen liegt die Präferenz bei einem In-Home Display, die Hälfte der Befragten würde sich für diese Art der Verbrauchsanzeige entscheiden, die Mobile App liegt auf dem zweiten, ein Online-Verbrauchsportal auf dem letzten Platz. Bei der freien Nennung zu Wünschen und Erwartungen wurde sehr häufig der Wunsch nach besserem Datenschutz geäußert, auch die Häufigkeit der Datenübertragung und die Transparenz darüber, was mit den erhobenen Daten geschieht, beschäftigt die Befragten. Häufige Nennungen waren zudem die anfallenden Kosten und Sicherheitsaspekte. Wünsche nach Funktionen und Möglichkeiten betreffen u.a. die bestmögliche Verbrauchstransparenz, eine Anbindung von Geräten und die Integration ins Smart Home oder Warnhinweise bei Überschreiten bestimmter Schwellenwerte.

Für das in Kapitel 3.4 abgeleitete Forschungsmodell ergeben sich im Überblick folgende Einflüsse:

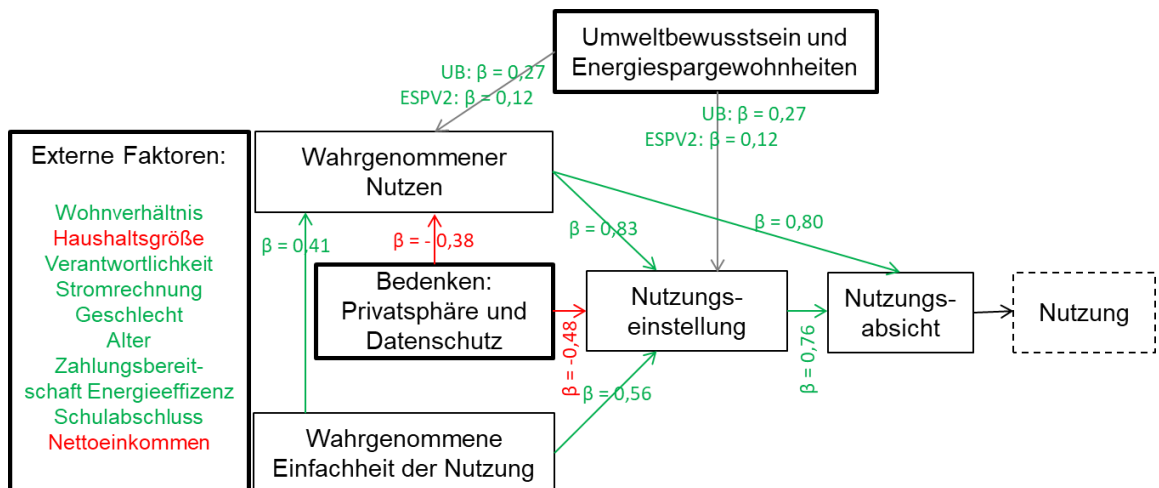


Abbildung 35: Darstellung der Beta-Koeffizienten im entwickelten Forschungsmodell

7 Handlungsempfehlungen

Zielsetzung dieser Arbeit war es, mit der Beantwortung der übergeordneten Fragestellungen Implikationen für die Vermarktung der Smart Meter abzuleiten. Wie in der Einleitung bereits beschrieben kommt dem Marketing eine entscheidende Rolle zu, wenn es darum geht, die Adaption einer Innovation im Markt zu erreichen.²⁶⁷ Dieses Kapitel beinhaltet die – aus Theorie und Ergebnissen entwickelten - Handlungsempfehlungen. Bei der Formulierung von Vermarktungsimplicationen ist es in diesem Fall wichtig, den Hintergrund zu beachten. Nach den Vorgaben des MsbG ist der zuständige Messstellenbetreiber (i.d.R. der Energieversorger bzw. ein Unternehmen, auf das die Zuständigkeit übertragen wurde) gesetzlich zu einer Installation intelligenter Messsysteme – je nach Verbrauchs- bzw. Erzeugungsmenge – verpflichtet. Auch wenn viele private Verbraucher unter die Mindestmenge von 6.000 kWh/Jahr fallen, ist ein flächendeckendes Rollout das langfristige Ziel. Es besteht also durch die Regularien ein eingeschränktes Handlungsfeld. Trotzdem handelt es sich grundsätzlich um eine technologische Innovation, deren richtige Vermarktung damit nicht überflüssig wird. Vermarktet wird also genaugenommen nicht das Produkt, - der Smart Meter - selbst, sondern dessen Nutzen und mögliche Zusatzkomponenten, die den Nutzen steigern (z.B. Feedbacksysteme). Die Marketing Aktivitäten müssen genutzt werden, Widerstände gegen die wahrgenommene „Zwangsdigitalisierung“ zu verringern, die Akzeptanz zu erhöhen und statt einer reinen Duldung der neuen Messgeräte im Keller der Verbraucher zu einer sinnvollen, aktiven Nutzung anzuregen. Nur so kann das Potenzial tatsächlich ausgeschöpft werden – energieeffizientes Verhalten beim Verbraucher zu erreichen und damit auch einen Beitrag zu den Zielen der Energiepolitik und zu einer Verbesserung im Gesamtsystems zu leisten. Eine hohe Akzeptanz der Technologie und das Bewusstsein für die Potenziale und Funktionen können zu einer sinnvollen Nutzung führen. Die aktive Beteiligung der Konsumenten ist eine zentrale Voraussetzung. Allgemein zeigten sich die Zusammenhänge des TAM nach Davis auch für den Forschungsgegenstand dieser Arbeit. Demnach sind die Ansatzpunkte zur Erhöhung der Akzeptanz sowohl die Steigerung des wahrgenommenen Nutzens, der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der Einstellungsakzeptanz. Zusätzliche Ansatzpunkte sind das Umweltbewusstsein, an das appelliert bzw. die Risiken, die gemindert werden müssen. Im Weiteren werden für einzelne Bereiche konkrete Handlungsempfehlungen formuliert.

7.1 Wahrgenommener Nutzen und Motivation der Verbraucher

Der wahrgenommene Nutzen ist eine zentrale Einflussvariable auf die Akzeptanz. Nach DAVIS wird diese definiert als Ausmaß, zu dem eine Person glaubt, das System könne die eigene Performance verbessern.²⁶⁸ Es ist also wichtig, einen direkten Bezug zum Nutzer und dessen persönlichen Vorteilen herzustellen. Dies zeigt sich auch in den Ergebnissen. Die Auswertung der einzelnen Nutzenitems zeigt, dass speziell solche Funktionen positiver beurteilt werden, die einen Bezug zur Lebensweise bzw. den

²⁶⁷ Vgl. Brem, Viardot (2015), S. 1

²⁶⁸ Vgl. Davis (1989), S. 320

Entscheidungen des Verbrauchers haben (Transparenz über den Verbrauch, Einsparmöglichkeiten). Auch bisherige Studien weisen auf die Wichtigkeit interner Motivationsfaktoren hin. Besonders im Smart Meter Umfeld ist es wichtig, die Motivation von externen auf interne Nutzungsgründe zu verlagern. Um die Technologieakzeptanz zu steigern und zur aktiven Nutzung zu ermutigen ist es von Vorteil, wenn die Nutzer das Gefühl bekommen, sich selbst aktiv für die Nutzung zu entscheiden. In diesem Fall also wie das Gerät genutzt wird, welche Zusatzleistungen passend sind und welcher Anbieter gewählt wird. Bei der Vermarktung ist es wichtig, dem Endverbraucher zu vermitteln, dass er sich durch das neue Gerät nicht in seiner Lebensweise oder Entscheidungen eingeschränkt fühlt, sondern im Gegenteil seinen Alltag verbessern und seinen Komfort erhöhen kann. Um diese Bedürfnisse ansprechen zu können ist es notwendig, mögliche interne Motivatoren zu identifizieren. Das Conjoint-Measurement ist eine Möglichkeit herauszufinden, welchen Eigenschaften welche Wichtigkeit beigemessen wird. Zur Erhöhung der Akzeptanz müssen weitere Nutzenmerkmale identifiziert und angesprochen werden, die den Verbraucher persönlich betreffen und über die allgemeine Ebene wie der Reduktion der Umweltbelastung und der Möglichkeit der dezentralen Versorgung und besserer Integration erneuerbarer Energien hinausgehen. Entscheidend für den Erfolg ist die Motivation, Aktivierung und Einbeziehung der Nutzer. Zur Veranschaulichung der Nutzungsmöglichkeiten könnte auch eine Demonstration z.B. in einem Ausstellungsraum (Küche/ Wohnzimmer) in Frage kommen. Dadurch ließe sich deutlich machen, wie der Smart Meter und dessen Funktionen in den Alltag integriert werden können. Als Einflussfaktoren auf den Adaptionsprozess werden in der Theorie auch der relative Vorteil, die Kompatibilität mit Werten, Normen und Gewohnheiten des Nutzers, sowie die Erprobbarkeit und Überschaubarkeit genannt.²⁶⁹ Diese Faktoren können bei einer Demonstration beachtet werden und steigern den wahrgenommenen Nutzen des Produktes. Die Neuerung muss einen relativen Vorteil im Vergleich zur bisherigen Alternative und im Vergleich zur Konkurrenz bieten.²⁷⁰ Trommsdorff und Steinhoff (2007) empfehlen die Definition eines CIA (Competitive Innovation Advantage), dabei handelt es sich um eine überlegene Leistung, die für den Kunden als besonderes Nutzenmerkmal wahrgenommen wird und zur Differenzierung dienen kann.²⁷¹

7.2 Wahrgenommene Risiken

Das Thema Datenschutz stellt eine zentrale Herausforderung für die Vermarktung der Smart Meter dar. Die Bewertung der Risiken in diesem Bereich zeigt deutlichen Handlungsbedarf. Auch die offenen Nennungen am Ende der Befragung zeigen, dass große Unsicherheit und Intransparenz besteht. Eine Empfehlung besteht darin, einen Einblick und Kontrolle über die erhobenen Daten zu ermöglichen. Besonders durch das Nicht-Wissen, welche Daten genau erhoben werden, entsteht Unsicherheit. Hat der Verbraucher aber Einblick, welche Daten zu welchem Zeitpunkt zum Energieversorger

²⁶⁹ Vgl. Meffert, Burrmann, Kirchgeorg (2015), S. 411

²⁷⁰ Vgl. Hertel (2015), S. 15

²⁷¹ Vgl. Steinhoff, Trommsdorff (2007), S. 370 f.

gelangen, könnte dies das Vertrauen steigern. Außerdem sollte für den Verbraucher nachvollziehbar sein, wofür die Daten konkret verwendet werden. Zumindest auf Nachfrage sollte ein Einblick in die Vorgänge möglich sein. Auch die Möglichkeit zur Löschung der Daten nach einem gewissen Zeitraum steigert das Gefühl der Kontrolle beim Endverbraucher. Außerdem sollte in den Verträgen genau geregelt werden, an wen die Weitergabe der Daten erfolgt und explizit die Zustimmung dazu eingeholt werden. Den Grundsätzen der Zweckbindung, Erforderlichkeit und Datensparsamkeit und -vermeidung sollte ausnahmslos nachgekommen werden. Zur Datensparsamkeit gehört, dass die Daten nur in solchen Zeitabständen übertragen werden, wie absolut nötig. Das könnte mit den Nutzungsintentionen des Verbrauchers abgestimmt werden. Viele der Funktionen wie z.B. die Darstellung des Verbrauchs und Hinweise auf Einsparmöglichkeiten bedürfen keiner viertelstündlichen Übertragung der Daten an den Versorger, sondern lediglich einer internen Vernetzung. Je nachdem ob ein Verbraucher beispielsweise von lastvariablen Tarifen oder anderen Funktionen Gebrauch machen möchte oder nicht, kann eine individuell, bedarfsorientierte Taktung vereinbart werden.

7.3 Preise und Zahlungsbereitschaft

Der Akzeptanzwert sinkt in der durchgeführten Studie stark, wenn angenommen wird, dass jährliche Zusatzkosten mit der Nutzung eines Smart Meter einhergehen. Gegenätzlich dazu zeigt sich jedoch, dass insgesamt eine relativ hohe Zahlungsbereitschaft für energieeffizientere Technologien besteht. Die hohe Zahlungsbereitschaft korreliert, abgesehen vom Risiko, mit allen Einflussvariablen auf die Akzeptanz, steigert also unter anderem auch den wahrgenommenen Nutzen der Technologie. Eine mögliche Interpretation ist, dass der Nutzen die Energieeffizienz durch den Smart Meter bei der Ablehnung der Zusatzkosten nicht ausreichend berücksichtigt. Ein Bezug zur Energieeffizienz scheint für den Verbraucher bei dieser Überlegung nicht gegeben zu sein. Hier muss vor dem Einbau kommunikativ ein Zusammenhang hergestellt werden. Der Verbraucher muss wissen, welche Vorteile für ihn entstehen, wenn er die Kosten auf sich nimmt. Dies geht direkt mit der Empfehlung einher, eine möglichst hohe Preistransparenz zu schaffen. Weshalb fallen diese Kosten an und welche Vorteile ergeben sich neben der Effizienzsteigerung, für die der Nutzer bereit ist zu zahlen (z.B. Fernauslesung, Einblick in die Rechnung, Kontrolle etc.)? Zudem muss klar sein, wie hoch die Kosten maximal ausfallen und wie sie zusammengesetzt sind.

Abgesehen davon, könnte eine Incentivierung in Betracht gezogen werden, z.B. für Frühstarter, die sich für einen Einbau vor den gesetzlichen Deadlines entscheiden. Damit ginge der Vorteil einher, dass sich durch solche Aktionen auch die Bekanntheit des Anbieters steigert. Positive Erfahrungen beim Verbraucher könnten Word-of-Mouth Marketing auslösen, wodurch der Anbieter profitiert. Empfehlungsprämien wären zusätzliche eine Möglichkeit, um schnell neue Kunden zu gewinnen. Insgesamt könnte sich sicher auch die Nutzungsbereitschaft bzw. das Engagement des Verbrauchers erhöhen, wenn sich dieser aktiv für die Nutzung entscheidet und nicht rein dem politischen Zwang unterliegt.

Auch auf die vorgegebenen Preisobergrenzen soll in diesem Zusammenhang noch einmal hingewiesen werden (Vgl. Tabelle 1). Es handelt sich hierbei um „Obergrenzen“ die nicht ausgereizt werden müssen. Es gilt, ein gesundes Maß zu finden, das für den Verbraucher noch vertretbar ist. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die durch den Smart Meter eingesparten Kosten beim Verbraucher nicht wieder aufgehoben werden. So entsteht schnell das Gefühl für das Energiesparen „monetär bestraft zu werden“, wie es in den freien Nennungen bei der Befragung geäußert wurde.

Eine Möglichkeit besteht auch in der Preisbündelung. Wird neben dem Smart Meter an sich zusätzlich ein Feedbacksystem oder weitere Dienstleistungen angeboten, die den Wert für den Verbraucher steigern, könnte ein Gesamtpreis gebildet werden. Der Kunde zahlt dann nicht mehr nur für ein Gerät, für das er sich unter Umständen selbst nicht einmal entschieden hat. Auch Rabatte, wenn weitere Leistungen des Anbieters genutzt werden, wären denkbar.

7.4 Positionierung und Differenzierung

Wichtig für die Steigerung der Akzeptanz ist eine positive Einstellung. Diese beeinflusst nach den Ergebnissen nicht nur die Akzeptanz sondern auch die Nutzungsabsicht stark. Für den Anbieter der Smart Meter ist es daher wichtig, beim Verbraucher ein positives Image zu schaffen. Tritt der Energieversorger als passiver Ausführer der politischen Vorgaben auf, entsteht ein anderes Bild, als wenn er selbst als überzeugter, innovativer Anbieter auftritt, der es schafft, den Kunden von den Vorteilen zu überzeugen. Es trägt sicherlich positiv zum Image bei, wenn der Stromanbieter selbst Initiative ergreift. Zudem verbessert ein von den Vorteilen überzeugter Energieversorger möglicherweise die Einstellung der Verbraucher. Es wird vor dem steigenden Wettbewerbsdruck nötig, eine klare Positionierung einzunehmen. Nur dann bleibt der Anbieter beim Kunden im Gedächtnis und schafft es, aus der Masse hervorzutreten. Nicht nur der Preis bietet Positionierungsmöglichkeiten, auch können Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein oder eine besonders hohe Zuverlässigkeit und reibungslose Abläufe als Positionierungsmerkmale genutzt werden. Der Versorger muss das Vertrauen seiner potenziellen Kunden gewinnen, die ihm derzeit starkes Misstrauen entgegenbringen.

Für die Vermarktung der eigenen Produkte ist die Differenzierung vom Wettbewerb zentral. Dieser wird durch die Möglichkeit zur freien Wahl des Messstellenbetreibers verstärkt. Ein möglicher Ansatzpunkt besteht in der Leistungsdifferenzierung. Gerade die Smart Meter Technologie bietet Ansatzpunkte, um Mehrwertleistungen zu entwickeln. Es gilt, zusätzlich zu den Primärleistungen (Bereitstellen von Strom, Ablesung, Abrechnung) weitere Funktionen anzubieten. Es bieten sich viele Potenziale für Leistungskombinationen, die genau auf die Kundenbedürfnisse ausgerichtet werden können. Die Befragung zeigt den Wunsch nach höherer Transparenz und Kontrolle über den Stromverbrauch, auch die Einbindung von Haushaltsgeräten und das Erkennen von Einsparmöglichkeiten sind nachgefragte Optionen. Das Angebot von Feedbacksystemen in Kombination mit dem Messgerät ist eine gute Möglichkeit. Je

nach Kundenwunsch könnten die Funktionen über die Darstellung des Verbrauchs hinausgehen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass speziell In-Home Displays eine gefragte Darstellungsform sind. Damit schafft es der Anbieter in die Wohnzimmer der Verbraucher. Der Smart Meter ist präsent und kann in den Alltag integriert werden. Ein Gesamtpaket vom Stromanbieter selbst vereinfacht die Nutzung, der Verbraucher bekommt eine Komplettlösung geliefert und muss sich nicht zusätzlich bei anderen Anbietern um beispielsweise ein Feedbacksystem kümmern. Für die Ausgestaltung der Produkte werden Funktionen wie Push-Nachrichten oder Alarmsignale beim Überschreiten selbst definierter Schwellenwerte gewünscht. Auch die Automatisierung verschiedener Abläufe und Möglichkeiten zur Einbindung ins Smart Home sind Vorschläge, die von den Anbietern berücksichtigt werden können.

Auch value-added Services könnten das Angebot weiter komplettieren und zu einer Differenzierung beitragen. So könnte neben dem reinen Einbau eine Schulung der Verbraucher erfolgen; eine Beratung zur bestmöglichen Nutzung der Smart Meter und der Feedbacksysteme führt direkt die Vorteile vor Augen und bezieht den Nutzer mit ein. Energieberatungen sind ebenfalls eine denkbare Möglichkeit. Der Energieversorger tritt damit stärker als zuverlässiger Dienstleister und vertrauenswürdiger Partner auf, und lässt den Nutzer nicht mit dem neuen Gerät allein. Serviceorientierung ist in der Energiebranche ein wichtiges Differenzierungsmerkmal. Es besteht somit nicht nur die Chance zur Imageverbesserung, auch stehen den entstehenden Kosten für den Messstellenbetreiber durch Zusatzprodukte oder Services neue Einnahmepotenziale gegenüber.

7.5 Kommunikation und Aufklärung

Die Befragung zeigt, dass zwar ca. die Hälfte aller Teilnehmer bereits etwas von Smart Metern gehört hat, die freien Assoziationen weisen aber auf ein sehr geringes und wenig fundiertes Wissen hin. Die Kommunikation betreffend ist es also unerlässlich, Aufklärung zu betreiben und eine möglichst hohe Transparenz zu schaffen. Es herrschen sehr viele Bedenken hinsichtlich Kosten, Datenschutz und Sinnhaftigkeit der Nutzung. Auch die Meinung, die Technologie nütze lediglich dem Stromanbieter und bringe für den Verbraucher nur Kosten und Nachteile, ist verbreitet. Um solche Negativmeinungen ins Positive zu wenden, ist eine transparente Kommunikation nötig. Die Verbraucher sind bislang nicht ausreichend über die Technologie informiert. Die Studie zeigt, dass die Akzeptanz durch einen höheren wahrgenommenen Nutzen stark positiv beeinflusst wird. Es ist daher wichtig, dem Verbraucher diesen Nutzen vor Augen zu führen. Es gilt, kommunikativ Möglichkeiten aufzuzeigen, wie zum Beispiel anfallende Kosten kompensiert werden können und wie das System so genutzt wird, dass die Einsparungen am höchsten sind. Es muss Aufklärung über die Nutzungsoptionen betrieben werden, so könnte eine Präsentation oder Demonstration der Funktionen die Möglichkeiten über eine rein informative Darstellung des Verbrauchs hinaus bewusster machen. Auch Infoveranstaltungen durch den örtlichen Versorger können das Bewusstsein steigern. Im Vergleich zu bisherigen Studien zeigt sich in der vorliegenden Befragung zwar eine höhere Bekanntheit, jedoch auch stärkere

Bedenken. Beachtet man zusätzlich dazu die Akzeptanzwerte in den gebildeten Clustern (Vgl. Abbildung 21), zeigt sich beispielsweise bei den Interessierten eine positivere Bewertung, jedoch geringere Bekanntheit. Die Bekanntheit bei den Ablehnern liegt im Gegensatz dazu bei 82 Prozent. Geht man also davon aus, dass sich diese Gruppe bereits genauer informiert hat und mehr über die Technologie weiß, liegt die Interpretation nahe, dass die verfügbaren Informationen die Meinung ins Negative beeinflussen. Auch die Ergebnisse zu den externen Faktoren weisen in diese Richtung. So ist der wahrgenommene Nutzen bei Personen mit geringerem Einkommen höher und sinkt mit steigendem Gehalt. Die Mittelwerte für das wahrgenommene Risiko dagegen steigen mit höherem Einkommen. Auch ist der wahrgenommene Nutzen bei den Eigentümern geringer, genauso wie bei Personen, die selbst für die Stromrechnung verantwortlich sind. Dieses Bild weist darauf hin, dass Personen, die sich bereits besser informiert und mit dem Thema auseinandergesetzt haben, zu einer negativeren Bewertung der Nutzenmerkmale bzw. zu einer höheren Einschätzung des bestehenden Risikos kommen. Dies deckt sich mit einem Blick in die Medienberichterstattung, die sehr stark durch negative Inhalte geprägt ist. Diese Berichterstattung gilt es durch Fakten und neue Erkenntnisse zu entkräften. Beispielsweise können positivere Ergebnisse neuerer Studien aufgezeigt werden. Die Kommunikation darf nicht zu einseitig durch Gegner oder Sicherheitsexperten erfolgen, die nur auf die negativen Seiten aufmerksam machen. Auch die zuständigen Anbieter sollten eine gewisse Präsenz zeigen, die Vorteile kommunizieren und gezielt versuchen, Gegenargumente durch Fakten und überzeugende Informationen zu entkräften. Zudem ist es zu empfehlen, ein laufendes Monitoring der Medienberichterstattung, sowie der Meinungen der Verbraucher (z.B. in Online-Kanälen wie Social Media oder Foren) durchzuführen um über die aktuellen Bedenken im Bild zu bleiben.

Es reicht außerdem nicht aus, den Fokus auf die Vermittlung der positiven Nutzenaspekte zu legen. Die Ergebnisse zeigen, dass diese auch bei hoher Einschätzung der Risiken eher positiv bewertet werden, die Mittelwerte befinden sich fast durchgehend über der Skalenmitte. Der Nutzen sinkt, im Gegensatz zur Akzeptanz, weniger stark bei einem höheren wahrgenommenen Risiko. Um die Akzeptanz zu steigern, scheint es also besonders wichtig, die Bedenken zu verringern. Diese betreffen speziell die Kostenaspekte (s. dazu Kapitel 7.5), sowie Datenschutz und die Sicherheit. Speziell im Bereich Datenschutz und Sicherheit können Kommunikationsmaßnahmen sinnvoll sein. Empfehlenswert ist ein sehr transparenter Umgang mit diesen Themen. Der Verbraucher muss erkennen, wie ein Anbieter mit dem Datenschutz umgeht, es kann aufgezeigt werden, wie die politischen Vorgaben umgesetzt werden und welche Vorkehrungen möglicherweise über diese hinaus getroffen werden. Für den Verbraucher muss erkennbar sein, welche Zertifizierungen ein Produkt besitzt und wofür diese stehen. Es muss also Aufklärungsarbeit geleistet werden. Es kann z.B. gezeigt werden, was das angebotene Produkt im Vergleich zur Konkurrenz sicherer macht. Auch könnte darüber informiert werden, welche Vorkehrungen der Nutzer selbst treffen kann, um die größtmögliche Sicherheit zu erzielen. Die Bedenken zum Datenschutz erhalten durchweg noch eine höhere Zustimmung als solche, die die Sicherheitsaspekte be-

treffen (Cyberangriffe, Straftaten etc.). Der potenzielle Nutzer sieht einen weiteren Beitrag hin zur Entwicklung eines „gläsernen Kunden“; die Erstellung von Nutzerprofilen und die Datenweitergabe an Dritte sind weitere Bedenken. Auch hier ist hohe Transparenz wichtig. Dem Nutzer muss deutlich gemacht werden, welche Daten übermittelt werden, wenn er bestimmte Funktionen nutzt. Es müssen nachhaltige Datenschutzrichtlinien implementiert und dem Verbraucher verständlich dargelegt werden. Dieser sollte das Gefühl haben, die Kontrolle über seine Daten zu behalten. Für jeden Anbieter von Smart Metern sollte die Definition transparenter und vor allem nachvollziehbarer Datenschutzbestimmungen ein vorrangiges Ziel sein.

Ein mögliches Instrument zur Vermittlung der oben aufgeführten Informationen ist die Pressearbeit. Medienberichte über neue Produkte und Funktionen, Sicherheitsstandards aber auch Testergebnisse der Smart Meter eines Anbieters sind eine Möglichkeit, glaubwürdig und transparent aufzutreten. Bei der Bewerbung der Produkte gilt es, das stark negativ geprägte Medienecho auszugleichen. Um die einzelnen Verbraucher gezielt anzusprechen, ist auch eine differenzierte Kommunikation sinnvoll. So können die gefundenen Cluster jeweils verschieden angesprochen werden. Die Ablehner müssen durch stichhaltige Argumente und Fakten überzeugt werden z.B. über Fachmedien oder ausführliche Testberichte und Demonstrationen. Die Interessierten gilt es rechtzeitig abzuholen und nachhaltig von den Vorteilen zu überzeugen, hier bieten sich breiter angelegte Kampagnen über Plakate oder Online-Kanäle an. Die Interessierten bilden nach den Studienergebnissen die größte Gruppe, ein Fokus sollte also auf Maßnahmen zur Umwandlung dieser Personen zu Befürwortern liegen. Die Umwelt- und Risikobewussten könnten besonders gut mit Informationen zum Beitrag für den Umweltschutz abgeholt werden. Besonders in der Gruppe der Befürworter bietet es sich außerdem an, Key Opinion Leader zu identifizieren und anzusprechen und eventuell als Botschafter einzusetzen. Kroeber und Rittweger (2016) beschreiben die Identifikation von Entscheidungswegen und Meinungsführern als zentral, da diese die Meinungen zu Innovationen maßgeblich beeinflussen.²⁷² Auch können die Energieversorger auf das Direktmarketing zurückgreifen, da durch die Stromversorgung Kontakte zu einem großen Kundenstamm bereits vorhanden sind.

Weiter zeigen die Ergebnisse, dass besonders für ältere Personen die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung geringer ist. Daher benötigt dieser Nutzerkreis gezieltere Unterstützung, Demonstrationen und Erklärungen. Es gilt zu identifizieren, welche Argumente welche Nutzergruppe ansprechen. So scheint die Kosteneinsparung bei weniger wohlhabenden Personen ein wichtiges Argument zu sein, während Eigentümer und Mehrverdiener verstärkt von Vorteilen über die Kosteneinsparung hinaus überzeugt werden müssen. Eine Analyse der Einflussvariablen Umweltbewusstsein und Energiesparverhalten zeigt auch, dass nur ein „fortschrittliches Energiesparverhalten“ einen Einfluss auf die Akzeptanz hat. Daher könnte es auch sinnvoll sein, den Fokus nicht nur auf Argumente zu legen, die den Umwelt- und Klimaschutz betreffen. Eine Zielgruppe, die nicht vernachlässigt werden darf sind die

²⁷² Vgl. Kroeber, Rittweger (2016), S. 293 f.

sogenannten „Prosumer“. Wie eingangs erläutert steigt die private Eigenerzeugung von Energie an. Betreiber eigener Photovoltaikanlagen haben andere bzw. zusätzliche Bedürfnisse, auch diesen sollte der Energieversorger gerecht werden. Beispielsweise ist die Funktionsüberwachung der Anlage möglich, ebenso könnten Eigenverbrauch und Erzeugung besser harmonisiert werden. Bei der Bewerbung der Produkte müssen sich also auch solche Sondergruppen angesprochen fühlen. Grundlage für eine zielgruppengerechte, differenzierte Ansprache ist eine Analyse der Mediennutzungsgewohnheiten der Zielgruppen und genauere Kenntnisse über deren Zusammensetzung.

7.6 Begleitende Akzeptanzforschung

Die Theorien der Akzeptanzforschung bieten Ansatzpunkte zur Erfolgsmessung und Prognose technologischer Innovationen. Sie wird z.B. von KOLLMANN (1998) als adäquates Werkzeug für das Marketing bezeichnet. Eine begleitende Akzeptanzforschung ist also auch während des Prozesses der Vermarktung und der Einführung zu empfehlen. Es gilt zu prüfen, ob bestimmte Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz beitragen könnten, um wenn nötig gegenzusteuern und die weiteren Aktionen darauf auszurichten. Dabei ist es wichtig, im Blick zu behalten, auf welcher Ebene der Akzeptanz sich die Verbraucher befinden. Entsprechend der Ebene, auf der sich die potenziellen Kunden befinden, können die richtigen Maßnahmen gewählt werden.²⁷³ Zu Beginn muss das Interesse geweckt und ausreichend Informationen für die Verbraucher zur Verfügung gestellt werden. Befinden sich diese bereits in der Entscheidungsphase, gilt es, die Vorteile des eigenen Produktes hervorzuheben und in der tatsächlichen Nutzungsphase können zum Beispiel Hilfestellungen angeboten werden oder Tipps und Beratungen helfen, um die Nutzung zu vereinfachen. Nach den Ergebnissen der Studie befindet sich ein Großteil der Verbraucher noch am Anfang des Akzeptanzprozesses, weshalb die in Kapitel 7.5 vorgeschlagenen Maßnahmen sinnvoll sind. Auf der Einstellungsebene werden Werte und Zielvorstellungen mit einer rationalen Handlungsbereitschaft verknüpft. Dafür ist kognitives Wissen die Grundlage. Es ist wichtig, Informationen zu bieten, die Einstellung ins Positive zu beeinflussen und die Ausbildung von Nutzungsabsichten zu unterstützen. Ein kontinuierliches Monitoring erlaubt es zu erkennen, wann die nächste Handlungsebene erreicht wird und es zu einer freiwilligen Umsetzung dieser Absichten kommt²⁷⁴, außerdem zeigt es welche neuen Einwände und Bedenken möglicherweise aufkommen und ob gegengesteuert werden muss. Auch eine strategische Begleitung von Produktinnovationen durch Marktforschung wird in der Literatur empfohlen.²⁷⁵

7.7 Gesamte strategische Ausrichtung

Insgesamt ergibt sich unabhängig von den empirischen Ergebnissen der Studie die Notwendigkeit für Unternehmen der Energiewirtschaft, sich ganzheitlich auf die Anfor-

²⁷³ Vgl. z.B. Kroeber-Riel, Göpper-Klein (2013), S. 103; Kollmann (1998), S. 68 f.

²⁷⁴ Vgl. Rogers (1995), S. 15

²⁷⁵ Vgl. z.B. Steinhoff, Trommsdorff (2007), S. 46

derungen einzustellen, die sich durch den wachsenden Wettbewerb und die politischen Vorgaben ergeben. Beide Aspekte bieten Chancen, die jedoch nur bestmöglich genutzt werden können, wenn die Geschäftsprozesse und Strategien darauf hin ausgerichtet werden. Es ergeben sich Chancen z.B. durch die Fernauslesung und im Bereich Big Data. Es bedarf Prozessen, die eine schnelle Erfassung und Auswertung von Erzeugungs-, Netz-, Speicher- und Verbrauchsdaten ermöglichen. Das Kunden- und Abrechnungsmanagement muss den neuen Anforderungen gerecht werden. Bisherige Abläufe müssen frühzeitig umstrukturiert und neue Prozesse in die Systemlandschaft integriert werden. Nur durch eine frühzeitige Vorbereitung schaffen es Energieversorger im stetig wachsenden Wettbewerb mithalten zu können. Um die Möglichkeiten, welche die Digitalisierung bietet, richtig zu nutzen, ist die Weiterverarbeitung und richtige Analyse der erhobenen Daten zentral. Durch die reine Ansammlung von Daten kann kein Nutzen gezogen werden. Neue Technologien und Datenarchitekturen werden erforderlich. Es ergeben sich für die Unternehmen neue Möglichkeiten digitalbasierte Geschäftsmodelle umzusetzen, beispielsweise durch Angebote im Bereich Smart Home oder Smart Industry. Es bietet sich an, mit branchenfremden Anbietern zu kooperieren um gesamtheitliche Lösungen zu entwickeln. Zusammenarbeit mit Anbietern von Feedbacksystemen für die Smart Meter machen das eigene Angebot für den Verbraucher interessanter als das der Konkurrenz; eine einfache Einbindung ins Smart Home durch kompetente Partner machen das Angebot komplett. Kooperationen mit branchenfremden Unternehmen und Start-ups helfen, neue Geschäftsfelder zu erschließen. Insgesamt ist es wichtig, die neuen Auflagen nicht nur als Zwang zu sehen, sondern als Möglichkeit, eine eigene digitale Strategie zu entwickeln und selbst Innovationen zu generieren.

Die im Rahmen dieser Arbeit formulierten Empfehlungen richten sich also an Unternehmen, die die Einbaupflicht durch das MsbG als ausführende Akteure direkt betrifft (Energieversorger, Netzbetreiber, Stadtwerke etc.). Handlungsbedarf besteht natürlich auch auf Seite der Politik, so müssten die Datenschutzrichtlinien konkretisiert und verschärft werden, die Sicherheitszertifizierungen müssen vertrauenswürdig, unabhängig und nach strengsten Kriterien durchgeführt werden. Auch auf politischer Seite kann eine bessere Kommunikation der Vorteile für den einzelnen Verbraucher und sein möglicher Beitrag für den Klimaschutz kommunikativ betont werden.

8 Fazit

8.1 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, den aktuellen Stand der Akzeptanz der Smart Meter Technologie in Deutschland zu untersuchen und Einflussfaktoren auf diese herauszuarbeiten. Zu diesem Zweck wurden drei übergeordnete Forschungsfragen formuliert, die Frage nach dem Bewusstsein und der Akzeptanz in Deutschland, nach den Einflussfaktoren auf die Akzeptanz und die Nutzung sowie die Frage nach weiteren Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten. Zur Beantwortung dieser Fragen wurde zunächst ein Überblick über die Digitalisierung in der Energiewirtschaft gegeben und der Sachstand des Smart Metering in Deutschland dargestellt. Zur Ableitung der Hypothesen und zur theoretischen Beantwortung der Fragen erfolgte eine Betrachtung der theoretischen Modelle der Akzeptanz und Adoptionsforschung. Diese zeigen auf, welche Faktoren sich gegenseitig bedingen und beschäftigt sich mit den Kriterien der Übernahme bzw. Ablehnung von Innovationen. Auf Basis dieser theoretischen Betrachtung wurde ein Forschungsmodell für den Gegenstand der Arbeit entwickelt und darauf aufbauend Hypothesen zu den übergeordneten Forschungsfragen formuliert. Zur empirischen Prüfung dieser Hypothesen erfolgte die Datenerhebung mittels einer Online-Befragung (potenzieller) Nutzer, zwischen 18 und 59 Jahren. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Technologie bei knapp der Hälfte der Befragten zumindest bekannt ist. Nur 15 der 291 in die Auswertung einbezogenen Personen gaben an, diese bereits zu nutzen. Die Akzeptanzwerte sind relativ hoch, fallen jedoch stark unter Annahme zusätzlicher Kosten. Die freien Assoziationen zum Thema zeigen, dass hinsichtlich des Datenschutzes sehr viele Bedenken herrschen. Die Einflussfaktoren des TAMs konnten auch für die Smart Meter Technologie gefunden werden. Interessant ist auch, dass die Nutzenaspekte der Technologie beinahe durchgehend positiv beurteilt werden. Weitere Einflussfaktoren für die Akzeptanz ergaben sich im Umweltbewusstsein einer Person und teilweise im Energiesparverhalten. Auch bei den einbezogenen externen Faktoren konnte (ausgenommen Haushaltsgröße und Nettoeinkommen) ein Einfluss aufgedeckt werden. Zusammenfassend ist also festzuhalten, dass die Akzeptanz relativ hoch ausfällt, jedoch hinsichtlich des Datenschutzes und der Privatsphäre sowie der Kosten große Bedenken herrschen. Die Bereitschaft der Nutzung einer solchen Technologie ist demnach vorhanden, jedoch stehen dieser die wahrgenommenen Risiken gegenüber, was zu einer Abwehrhaltung führt. Ausgehend von den Ergebnissen und der theoretischen Betrachtung wurden in Kapitel 7 ausführliche Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet.

8.2 Kritische Würdigung

Im Vergleich zur bisherigen Forschung zum Thema Smart Meter (vgl. Kapitel 2) konnten in der vorliegenden Arbeit einige Fortschritte erzielt werden. Bisherige Studien sind wenig aktuell und bilden den aktuellen Stand in Deutschland nicht ab. Neben dem reinen Messgerät, dem Smart Meter selbst, bezieht die vorliegende Arbeit auch Nutzenfaktoren mit ein, die sich aus Funktionen in Verbindung mit Feedbacksystemen

ergeben. Zudem werden, im Vergleich zu anderen Studien, für Deutschland weitere Faktoren wie das Umweltbewusstsein und das Energiesparverhalten einbezogen. Für weitere Forschungsarbeiten ist es jedoch wichtig, auch die Schwachpunkte der Arbeit hervorzuheben. Eine kritische Würdigung zeigt die Grenzen und Schwächen des Forschungsdesigns und der empirischen Untersuchung auf. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse der Studie zu sehen.

Ein zentraler Kritikpunkt ist die Größe und die Zusammensetzung der Stichprobe. Als Grundgesamtheit wurde die deutsche Bevölkerung definiert (ca. 83 Mio.). Eine Stichprobengröße von 291 Personen ist daher sehr gering. Zudem wurde das Quotenverfahren nur für das Alter angewandt. Mit einem Quotenplan kann gewährleistet werden, dass die Verteilung bestimmter Merkmale in der Stichprobe mit der Verteilung in der Grundgesamtheit übereinstimmt. Für die weiteren soziodemografischen Variablen wie Geschlecht, Wohnortgröße, Einkommen und Bildung ist die Verteilung jedoch sehr ungleich. Beispielsweise sind die Personen, die in Landgemeinden wohnen in der Stichprobe deutlich überrepräsentiert. Das Verbreiten der Befragung über sozialen Medien und den Bekanntenkreis der Verfasserin trägt zu einer ungleichen Verteilung bei. Bei der Bildung nehmen Personen mit Hochschulabschluss den größten Anteil ein. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass sich signifikante Unterschiede zwischen den Bildungsgruppen ergeben. Es sind also Einflüsse verschiedener externer Variablen gegeben, deren Verteilung nicht repräsentativ für die Grundgesamtheit ist. Dadurch kann eventuell ein verzerrtes Bild der Akzeptanz entstehen. So könnten die sehr hohen Akzeptanzwerte durch die Zusammensetzung der Stichprobe begünstigt werden. Auch kann die Signifikanz der Ergebnisse abhängig vom Stichprobenumfang sein. So ergeben sich bei einer größeren Stichprobe wahrscheinlicher signifikante p-Werte. Speziell die durchgeführten Regressionen und Korrelationen ergeben teils zwar einen Effekt, jedoch keinen signifikanten p-Wert. Größer angelegte Studien könnten hier zu signifikanteren Ergebnissen kommen.²⁷⁶

Auch an der Erhebungsmethode kann Kritik geübt werden. Zwar erscheint die Online-Befragung aufgrund der in Kapitel 5.1 aufgeführten Argumente als beste Möglichkeit zur Datenerhebung, jedoch zeigen die Kommentare und Anmerkungen zur Umfrage, dass es sich um ein noch sehr erklärungsbedürftiges Thema handelt. Teils könnte die Möglichkeit für Nachfragen und zusätzliche Erklärungen durch den Interviewer zu einem besseren Verständnis beitragen, weshalb auch für weitere Befragungen die Face-to-Face Methode in Betracht gezogen werden sollte. Auch die Erklärung der Technologie fiel relativ knapp aus, jedoch wäre die Abbruchrate bei einer längeren Einführung möglicherweise deutlich höher ausgefallen. Die knappe Einführung kann eine Erklärung dafür sein, dass die Technologieakzeptanz bei Personen, die bisher noch keine Vorkenntnisse haben höher ausfällt. Bei der Reihenfolge der Fragen ist zu kritisieren, dass die Akzeptanz zu Beginn des Fragebogens, die Verhaltensabsicht erst am Ende abgefragt wurde. Durch die Beantwortung der Fragen zum Nutzen und zu den Risikofaktoren wären die Werte für die Verhaltensabsicht zu Beginn bzw. für die

²⁷⁶ Vgl. IfaD (2017)

Akzeptanz am Ende des Fragebogens – aufgrund der Reflexion von Nutzen und Risiken - möglicherweise anders ausgefallen. Die – aufgrund der Anordnung der Variablen im Theoriemodell - gewählte Reihenfolge ist für weitere Arbeiten zu überdenken. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die soziale Erwünschtheit. Besonders bei Fragen zum Energiesparverhalten und dem Umweltbewusstsein spielt diese eine wichtige Rolle. Die soziale Erwünschtheit im Antwortverhalten ist eine mögliche Erklärung, weshalb die Ergebnisse für die genannten Variablen sehr homogen ausfallen, eine Differenzierung nach diesen Variablen ist eher schwer möglich. Diese Tatsache könnte den in der Regressionsanalyse gefundenen geringen Einfluss insbesondere beim Energiesparverhalten erklären. Eine Kontrolle, inwiefern die Antwort einer Person auf die soziale Erwünschtheit oder ihre tatsächliche Meinung zurückzuführen ist, ist nur sehr schwer möglich.

Zu kritisieren sind auch die für die Erhebung des Energiesparverhaltens gewählten Items. Die Faktorenanalyse zeigt, dass die ursprünglich acht gewählten Items auf zwei unterschiedliche Faktoren laden, für zwei Items war keine eindeutige Zuordnung durch die Faktorladung möglich. Durch den Ausschluss eines weiteren Items nach dem Reliabilitätstest mit Cohen's Alpha entstehen zwei Skalen mit nur jeweils 2 bzw. 3 Items. Der Einfluss der Variable auf die Akzeptanz ist vor diesem Hintergrund schwierig zu interpretieren. Hier ist es für die weitere Forschung zu empfehlen eine andere Skala bzw. zusätzliche Items zu verwenden, die das Energiesparverhalten eindeutiger abfragen können. Negativ anzumerken ist außerdem, dass kein größer angelegter Pretest des Fragebogens erfolgt ist. Dadurch wäre es möglich gewesen, die Faktorenanalyse aufgrund der Ergebnisse des Pretests durchzuführen und damit Probleme wie das oben beschriebene frühzeitig aufzudecken. Es empfiehlt sich für weitere Forschungsarbeiten, Skalen die sich in der Empirie bislang noch nicht bewährt haben, in einem Pretest zu testen.

Auch die Anwendung der Auswertungsmethoden kann kritisch hinterfragt werden. Für die Studie wurde ein Signifikanzniveau von 5 Prozent gewählt. Einige der Ergebnisse sind unter diesem Niveau gerade noch signifikant. Bei einem Niveau von 1 Prozent, wie teils in der Literatur empfohlen, wären diese Ergebnisse nicht signifikant. Außerdem bietet die Clusteranalyse eine Grundlage für die Beschreibung der Zielgruppen, die noch genauer beschrieben werden könnten wie z.B. mittels weiteren externen Faktoren oder anderen erhobenen Variablen. Eine exaktere Beschreibung der Cluster könnte noch griffigere Empfehlungen für die Praxis erlauben. Insgesamt bietet der Datensatz Potenzial für weitere Auswertungen. Beispielsweise könnte eine genauere Betrachtung der einzelnen Items des Umweltbewusstseins zeigen, welche Punkte für den Verbraucher besonders wichtig sind, und welche einen besonders großen Einfluss auf Variablen wie den wahrgenommenen Nutzen haben. Daraus können sich weitere Ansatzpunkte ergeben, an die eine Kommunikation durch den Anbieter anknüpfen kann. Auch die Unterschiede zwischen Nutzern und Nichtnutzern könnten genauer analysiert werden. Dies sind mögliche Ansatzpunkte für eine weiterführende Forschung.

8.3 Ausblick

Aus den aufgeführten Kritikpunkten ergeben sich bereits einige Implikationen für die Forschung. Eine breiter angelegte Studie mit einem Quotenplan für alle erhobenen Merkmale der Stichprobe trägt zu einer besseren Generalisierbarkeit der Ergebnisse bei. Auch die Altersgruppe der über 59 Jährigen sollte für ein besseres Gesamtbild in weitere Befragungen miteinbezogen werden, da die Ergebnisse zeigen, dass gerade bei älteren Personen eine geringere Akzeptanz herrscht und der wahrgenommene Nutzen geringer ausfällt. Verbraucher über 59 bilden möglicherweise eine weitere Nutzergruppe, die in dieser Studie unbeachtet bleibt. Neben den oben genannten Kritikpunkten, die verbessert werden können ist es für weitere Arbeiten sicher auch interessant den Einfluss weiterer Faktoren auf die Variablen den Akzeptanzmodells zu prüfen. Mögliche, in der Theorie erwähnte, Einflussfaktoren auf den Adoptionsprozess sind zum Beispiel das Umfeld einer Person (sozio-kulturell/ makroökonomisch/ politisch-rechtlich/ technologisch).²⁷⁷ Gerade bei einem sehr politisch geprägten Thema können solche Faktoren große Relevanz haben. Weitere Einflussfaktoren, die für die Akzeptanz eine Rolle spielen könnten, sind z.B. die wahrgenommene Kontrolle, das Technikinteresse, die wahrgenommene Freiwilligkeit der Nutzung, aber auch der soziale Druck von außen oder das Vertrauen in den Energieversorger. Wichtig ist auch zu untersuchen, welche internen und externen Motivatoren die Nutzung neben dem Umweltbewusstsein noch beeinflussen, und wie deren Gewichtung ist. Hier ist auch die Conjoint-Analyse ein mögliches Instrument. Der Forschungsstand zeigt, dass der Einfluss einzelner Faktoren bereits nachgewiesen werden konnte.²⁷⁸ Es bieten sich also zahlreiche Ansatzpunkte für größere und aktuellere Studien zur Technologieakzeptanz bei Smart Metern. Für einzelne Anbieter könnte es von Interesse sein, welche relativen Vorteile das eigene System im Vergleich zum Wettbewerb aus den Augen der Verbraucher bietet, und wo Verbesserungspotenziale bestehen. Auch die Kompatibilität mit anderen Geräten oder Systemen könnte die Akzeptanz beeinflussen. Über die reine Befragung hinaus, die besonders die Absicht der Nutzung abbilden kann, kann die Forschung auf Feldstudien ausgeweitet werden. Interessant ist z.B. die Beobachtung, in welchem Umfang ein Smart Meter und das Feedbacksystem tatsächlich genutzt wird. Hier könnte sich zeigen, welche Funktionen wie stark genutzt werden und wo Ansatzpunkte für Verbesserungen bestehen. Auch könnten weitere Studien einen Fokus auf bestimmte Nutzergruppen legen, so zeigte sich in den offenen Nennungen der Befragung, dass sich die Bedürfnisse und Erwartungen beispielsweise bei Eigenenerzeugern von denen reiner Verbraucher unterscheiden. Letztendlich besteht auch die Möglichkeit die Forschung auf aufbauende Geschäftsmodelle wie das Smart Home zu übertragen oder weg vom privaten Verbraucher die Lösungen für die Industrie einzubeziehen.

Insgesamt zeigt die empirische Untersuchung, dass die Akzeptanz für neue Lösungen und energieeffizientere Technologien in der Bevölkerung vorhanden ist. Auch von Per-

²⁷⁷ Vgl. Meffert et al. (2015), S. 410

²⁷⁸ Vgl. z.B. Wunderlich et al. (2012), S. 8 f.; Kranz et al. (2010), S. 5 ff.

sonen, die die Smart Meter Technologie nicht kennen, werden die Funktionen und der wahrgenommene Nutzen sehr positiv eingeschätzt. Jedoch wird auch deutlich, dass die Diskussion zum heutigen Stand sehr stark von Bedenken, Risiken und vor allem der Angst vor einer „Zwangsdigitalisierung“ geprägt ist. Den Akteuren der Energiewirtschaft fällt unter anderem die Aufgabe zu, sich selbst als Initiatoren der Veränderungen zu zeigen, die Versorger müssen als innovativ und umweltfreundlich auftreten und die neuen Technologien mit vorantreiben. Passiv auf weitere Vorgaben der Politik zu warten und diese schleppend auszuführen trägt nicht zum Vertrauen der Verbraucher bei. Es gilt schnell zu handeln und den Verbraucher zu eigenen Entscheidungen zu ermächtigen. Zudem ist es essentiell, Aufklärung zu betreiben und den Bedenken zu Datenschutz und Sicherheit mit den bestmöglichen Vorkehrungen und Zertifizierungen entgegen zu treten. Dafür ist es auch wichtig, selbst mit Beiträgen die stark negativ geprägte Berichterstattung in den Medien zu relativieren. Beim Thema Smart Meter handelt es sich, wie bei vielen digitalen Technologien, noch vorwiegend um eine Gefahren Diskussion. Es muss daran gearbeitet werden, aufzuzeigen, welche guten Seiten die Digitalisierung zu bieten hat, wie bestmöglich davon profitiert werden kann und welche Vorkehrungen aktiv für hohe Sicherheit und Datenschutz getroffen werden.

Es zeigt sich, dass die Digitalisierung der Energiewirtschaft – geprägt durch politische Vorgaben – schnell voranschreitet. Die Politik sieht den Strommarkt als eine der ersten voll digitalisierten Branchen in der Wirtschaft.²⁷⁹ Dadurch ergibt sich ein Handlungsdruck, jedoch entsteht auch eine Vielzahl neuer Potenziale. Für die Akteure der Energiewirtschaft gilt es, die neuen Herausforderungen als Chance zu nutzen und zukunftsgerichtete, digitale Strategien und Geschäftsmodelle zu entwickeln. Wie diese Arbeit zeigt, spielt dabei die Kundenorientierung und die Integration der Endverbraucher eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Energiewende ist nur mit der Beteiligung der Verbraucher denkbar, in der Akzeptanz und der Adoption neuer digitaler Technologien liegt dabei eine Grundvoraussetzung.

²⁷⁹ Vgl. Weltenergieinstitut Deutschland (2016), S. 106

Literaturverzeichnis

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. Rothengatter, T.: *A review of intervention studies aimed at household energy conservation*, in: Journal of environmental psychology, 25.3/2005, S. 273-291.
- Ahn, M., Kang, J., Hustvedt, G.: *A model of sustainable household technology acceptance*, in: International Journal of Consumer Studies, 40/ 2016, S. 83-91.
- Ajzen, I., Fishbein, M.: *The influence of attitudes on behavior*, in: Albarracin, D., Johnson, B. T., Zanna, M. P. (Hrsg.): The handbook of attitudes, New York, 2005, S. 173-221.
- Ajzen, I., Fishbein, M.: *Understanding attitudes and predicting social behavior*, New York, 1980.
- Ajzen, I.: *The theory of planned behavior*, in: Organizational behavior and human decision processes, 50.2/1991, S. 179-211.
- Appelrath, H. J., Terzidis, O., Weinhardt, C.: *Internet of Energy – ICT as a Key Technology for Energy System of the Future*, Business & Information Systems Engineering (1), 2012.
- Arkesteijn, K., Oerlemans, L.: *The early adoption of green power by Dutch households – an empirical exploration of factors influencing the adoption of green electricity for domestic purposes*, in: Energy Policy, 33/2005, S. 183-196.
- Arnold, C., Klee, C.: *Akzeptanz von Produktinnovationen – Eine Einführung*, Wiesbaden, 2016.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R.: *Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung*, 12., vollständig überarbeitete Auflage, Heidelberg, 2008.
- Bauer, H. H., Görtz, G., Haber, E. T., Hartmann, A.: *Die Akzeptanz des Werbe-Newsletters als Instrument der Online-Verkaufsförderung* in: Bauer, H. H., Rösger, J. (Hrsg.): Konsumentenverhalten im Internet, München, 2004, S. 217-232.
- Bauer, M., Sigle, M., Dostert, K.: *Evaluation von PLC-Übertragungssystemen für Smart Metering, Beiträge Technisches Messen - Institut für Industrielle Informationstechnik KIT Karlsruhe*, 77/2010, S. 516-523.
- BBSR (2015): *Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland*, URL: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/StadtGemeindetyp/StadtGemeindetyp_node.html, abgerufen am: 29.07.2017.
- BDEW – Presse (2017): *Messwesen – FAQ Smart Meter Rollout*, URL: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Mess-und-Installateurwesen, abgerufen am: 18.09.2017.

- BDEW (2015): *Strategiepapier – Digitalisierung in der Energiewirtschaft*, URL: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Suche?open=&l=DE&ftq1=strategiepapier, abgerufen am: 14.12.2016.
- BDEW (nd): *Dossier – Digitalisierung der Energiewirtschaft*, URL: <http://pf.bdew.de/digitalisierung#29988>, abgerufen am: 14.09.2017.
- Belz, C., Schögel, M., Tomczak, T. (Hrsg.): *Innovation Driven Marketing – Vom Trend zur innovativen Marketinglösung*, Wiesbaden, 2007.
- Berekoven, L., Eckert, W., Ellenrieder, P.: *Marktforschung – methodische Grundlagen und praktische Anwendung*, 11. Überarbeitete Auflage, Wiesbaden, 2006.
- BMWi (2015): *Smart Metering – Datenschutz und Datensicherheit auf höchstem Niveau*, URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/smart-metering.html>, abgerufen am: 23.06.2017.
- BMWi (2016): *Energiedaten – Gesamtausgabe*, URL: <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>, abgerufen am: 08.07.2017.
- Böhler, H.: *Marktforschung*, 3., völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, 2004.
- Bortz, J., Schuster, C.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 7. Auflage – Limitierte Sonderausgabe, Heidelberg, 2010.
- Bortz, J.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 6. Vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage, Heidelberg, 2005.
- Brem, A., Viardot, E. (Hrsg.): *Adoption of Innovation – Balancing Internal and External Stakeholders in the Marketing of Innovation*, Heidelberg, 2015.
- BSI (nd a): *Das Smart Meter Gateway – Sicherheit für intelligente Netze*, URL: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/SmartMeter/smartmeter_node.html, abgerufen am: 24.06.2017.
- BSI (nd b): *Smart Metering Systems*, URL: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/SmartMeter/smartmeter_node.html;jsessionid=BC259956B0C44D38086A8B1FFB532D4F.2_cid369, abgerufen am: 27.05.2017.
- Bühner, M.: *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*, München, 2004.
- Büllingen, F., Stamm, P. (Hrsg.), *Neue Formen des Home Experience Design Mittelstand – Digital*, Wissenschaft trifft Praxis, 4/2016.
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2005): *Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung*, URL: http://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/, abgerufen am: 13.07.2017.
- Bundesregierung (nd): *Energiewende im Überblick*, URL: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonz>

- [ept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html?nn=392516#doc133618bodyText1](#), abgerufen am: 08.07.2017.
- Bundeszentrale für politische Bildung (2013): *Energiepolitik – die großen Vier*, URL: <http://www.bpb.de/politik/wirtschaft/energiepolitik/152780/die-grossen-vier>, abgerufen am: 08.07.2017.
- Causemann, T., Löffler, S.: *Smart Metering – wirtschaftlicher Nutzen vs. Investitionskosten*, in: Köhler-Schulte, C. (Hrsg.): *Smart Metering – Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*, 2. Auflage, Berlin, 2010, S. 16–53.
- Chen, C., Xu, X., Apran, L.: *Between the technology acceptance model and sustainable energy technology acceptance model: Investigating smart meter acceptance in the United States*, in: *Energy Research & Social Science* 25/2017, S. 93-104.
- Chou, J.-S., Yutami G.: *Smart meter adoption and deployment strategy for residential buildings in Indonesia*, in: *Applied Energy*, 128/2014, S. 336-349.
- Clean Energy Project (2015): *Smart Meter – die intelligenten Stromzähler kommen*, URL: <https://www.cleanenergy-project.de/smart-meter-die-intelligenten-stromzaehler-kommen/>, abgerufen am: 11.06.2017.
- Couldry, N., Powell, A.: *Big Data from the bottom up*, in: *Big Data & Society*, 01/2014, S. 1-5.
- Darby, S.: *The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption – a review for DEFRA of the Literature on Metering*, 486, 2006.
- Davis, F.: *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*, in: *MIS quarterly*, 1989, S. 319-340.
- Der Tagesspiegel (2015): *Hacker-Angriffe auf die digitale Stadt*, URL: <http://www.tagesspiegel.de/wissen/smart-city-und-cyberkriminalitaet-hacker-angriff-auf-die-digitale-stadt/12329462.html>, abgerufen am: 25.06.2017.
- Discovery GmbH (nd): *Discovery Demo*, URL: <https://discovery.com/>, abgerufen am: 28.05.2017.
- Die Welt (2015): *Das Ende des Energie Monopols der großen Vier*, URL: <https://www.welt.de/wirtschaft/energie/article147303124/Das-Ende-des-Energie-Monopols-der-grossen-Vier.html>, abgerufen am: 08.07.2017.
- Dinse, G.: *Akzeptanz von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen - Eine Studie über die Verwendung eines neuen ungewohnten Kraftstoffes*, Berlin, 2001.
- Döring, N., Exner, N.: *Smart Metering aus Kundenperspektive – Usability-Evaluation eines Stromverbrauchsfeedback-Systems*, in: Westermann, D., Döring, N., Bretschneider, P. (Hrsg.): *Smart Metering – Zwischen technischer*

Herausforderung und gesellschaftlicher Akzeptanz – interdisziplinärer Status Quo, Illmenau, 2013, S. 137-164.

Dorsch – Lexikon der Psychologie (2017): *Binomialtest*, URL: <https://portal.hogrefe.com/dorsch/binomialtest/>, abgerufen am: 30.07.2017.

Dorschel, W., Dorschel, J.: *Einführung – Was ist Big Data?*, in: Dorschel, J. (Hrsg.): Praxishandbuch Big Data – Wirtschaft – Recht – Technik, Wiesbaden, 2015, S. 1-13.

DPN (2017): *Datenschutz – Hauptprinzipien*, URL: <http://www.dpn-datenschutz.de/datenschutz/hauptprinzipien/>, abgerufen am: 24.06.2017.

Dudenhöffer, K.: *Akzeptanz von Elektroautos in Deutschland und China – Eine Untersuchung von Nutzungsintentionen im Anfangsstadium der Informationsdiffusion*, Wiesbaden, 2015.

E.On (2017): *Pressemeldung – E.ON startet vier Pilotprojekte für Smart Meter-Rollout*, URL: <https://www.eon.com/de/ueber-uns/presse/pressemitteilungen/2017/eon-startet-vier-pilotprojekte-fuer-smart-meter-rollout.html>, abgerufen am: 28.05.2017.

E.On (nd): *Powerfox App*, URL: <https://www.eon-metering.de/de/services/app.html>, abgerufen am: 28.05.2017.

E.On Smart Metering (nd): *Unsere Services*, URL: <https://www.eon-metering.de/de/services/services-im-ueberblick.html>, abgerufen am: 28.05.2017.

E.On UK (nd): *Smart Energy Display*, URL: <https://www.eonenergy.com/for-your-home/smart-meters/how-to-use-your-smart-energy-display-and-smart-meter>, abgerufen am: 28.05.2017.

Eder, J., Vom Wege, J.-H., Weise, M.: *Das Messstellenbetriebsgesetz ist verabschiedet – Startschuss für den Rollout!*, in: IR, 2016, S. 173-177.

Elektronik-Kompodium (nd): *Powerline-Kommunikation*, URL: <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0310061.htm>, abgerufen am: 27.05.2017.

EnBW (nd): *Messstellen. Und Zählerdatenmanagement*, URL: <https://www.enbw.com/geschaeftskunden/stadtwerke/dienstleistungen/abwicklungsleistungen/messstellen-und-zaehldatenmanagement/index.html>, abgerufen am: 28.05.2017.

Energate (2017): *Bundesregierung – kein Zeitdruck beim Smart-Meter-Rollout*, URL: <http://www.energate-messenger.de/news/172383/bundesregierung-kein-zeitdruck-beim-smart-meter-rollout>, abgerufen am: 19.06.2017.

Envia Mitteldeutsche Energie AG (nd): *Digitalisierung der Energiewirtschaft – intelligente Vernetzung aller Netzteilnehmer*, URL: <https://www.enviam->

gruppe.de/energiezukunft-ostdeutschland/energie-fakten/digitalisierung-in-der-energiewirtschaft, abgerufen am: 14.09.2017.

EnWG-Novelle (2011): *Gesetz zur Neuregelung energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften*, URL: https://www.clearingstelle-eeq.de/enwg_novelle_2011, abgerufen am: 19.06.2017.

Ernst & Young: *BMW Studie – Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler*, Düsseldorf/München, 2013.

Eseonu, C., Cotilla-Sanchez, E.: *Social acceptance: Threats to effective smart grid deployment and power systems resilience*, in: *Technologies for Sustainability*, IEEE, 2014.

Fausser, R.: *Soll informationstechnische Bildung Computerakzeptanz fördern? In: Mensch – Gesellschaft – Technik, Orientierungspunkte in der Technologieakzeptanzdebatte*, Kistler, E., Jaufmann, D. (Hrsg.), Opladen, 1990, S. 167-177.

FinanceScout (2017): *Der lange Weg zum Atomausstieg in Deutschland*, URL: <https://www.financescout24.de/wissen/ratgeber/atomausstieg>, abgerufen am: 22.09.2017.

Fleissner, D., Hahnel, U., Gölz, S.: *Auswirkungen eines zeitvariablen Tarifes auf Verhalten und Einstellungen von Energiekonsumenten*, in: *Umweltpsychologie*, 15.1/2014, S. 20-41.

Forsa, Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH: *Forschungsbericht – Erfolgsfaktoren von Smart Metering aus Verbrauchersicht*, Berlin, 2010.

Gartner IT Glossary (nd): *Big Data*, URL: <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data>, abgerufen am: 01.06.2017.

GDEW (2016): *Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende*, URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.html>, abgerufen am: 19.06.2017.

Gierl, H.: *Die Erklärung der Diffusion technischer Produkte*, Berlin, 1987.

GreenPocket (nd-a): *Webportal*, URL: <http://www.greenpocket.de/produkte/haushaltskunden/webportal/>, abgerufen am: 28.05.2017.

GreenPocket (nd-b): *Apps & Displays*, URL: <http://www.greenpocket.de/produkte/haushaltskunden/apps-display-losungen/>, abgerufen am: 28.05.2017.

GWS (2013/1): *Themenreport die Energiewirtschaft – Energieerzeugung und Energieverbrauch einer Branche im Umbruch*, URL: <http://www.gws->

- os.com/de/index.php/publikationen/gws-themenreports.html, abgerufen am: 22.09.2017.
- Hamidian, K., Kraijo C.: *Digitalisierung – Status quo*, in: Keuper, F., Hamidian, K., Verwaayen, E., Kalinowski, T., Kraijo, C. (Hrsg.): *Digitalisierung und Innovation – Planung, Entstehung, Entwicklungsperspektiven*, Wiesbaden, 2013, S. 3-24.
- Hargreaves, T., Nye, M., Burgess, J.: *Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors*, in: *Energy policy* 38.10/2010, S. 6111-6119.
- HDE Handelsverband Deutschland (2017): *Handel digital Online-Monitor 2017*, URL: <http://www.einzelhandel.de/online-monitor>, abgerufen am: 13.07.2017.
- Hertel, M.: *Adoption energieeffizienter Techniken in KMU – das Management im Fokus einer empirischen Untersuchung*, Wiesbaden, 2014.
- Hess (2016): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Digitalisierung*, URL: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung>, abgerufen am: 09.07.2017.
- Holitzner, B. (2016): *Digitalstrategie – Was ist eigentlich Digitalisierung?*, URL: <http://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/digitalstrategie-was-ist-eigentlich-digitalisierung/13014938.html>, abgerufen am: 14.12.2016.
- Hollmann, M.: *Vom intelligenten Zähler zum intelligenten Energienetz – Strategische Optionen und Geschäftsfelder für die Energiewirtschaft*, in: Köhler-Schute, C. (Hrsg.): *Smart Metering – Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*, Berlin, 2010, S. 181-193.
- Homburg, C., Giering, A.: *Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte*, in: *Marketing-ZFP*, 1/1996, S. 5-24.
- Homburg, C.: *Marketingmanagement. Strategie – Instrumente – Umsetzung – Unternehmensführung*, 6. Auflage, Wiesbaden, 2017.
- Huber, F., Meyer, F., Lenzen, M.: *Grundlagen der Varianzanalyse – Konzeption, Durchführung, Auswertung*, Wiesbaden, 2014.
- Huijts, N., Molin, E., Steg, L.: *Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance – a review-based comprehensive framework*, in: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16.1/ 2012, S. 525-531.
- IBM Global Business Services: *Preis, Verbrauch und Umwelt vs. Komfort – der mündige Energieverbraucher, Verbraucherverhalten und neue Möglichkeiten zur Kundenbindung und Kundengewinnung für Energieversorger*, Stuttgart, 2007.
- IfaD (2017): *Institut für angewandte Datenanalyse – Signifikanz und Stichprobenumfang*, URL: <https://www.ifad.de/signifikanz-und-stichprobenumfang/>, abgerufen am: 08.09.2017.

- Innogy (2016): *Pressemeldung - Die neue RWE-Tochter heißt innogy*, URL: <https://news.innogy.com/die-neue-rwe-tochter-heit-innogy> abgerufen am: 28.05.2017.
- Innogy (2017): *Smart Meter Rollout – Intelligente Messsysteme für EVU*, URL: https://www.innogy.com/web/cms/de/3123874/fuer-unternehmen/individuelle-loesungen/energieversorger/smart-meter-rollout/?gclid=Clz028q_jdQCFUuw0wodJGMJ6Q, abgerufen am: 22.09.2017.
- Innogy (nd): *Datensicherheit & SmartHome Systeme*, URL: <https://www.innogy.com/web/cms/de/3687644/fuer-zuhause/bequem-und-sicher-leben-mit-smarhome/ratgeber-smarhome-datensicherheit/>, abgerufen am: 28.05.2017.
- Jockisch, M.: *Das Technologieakzeptanzmodell – die verhaltenswissenschaftliche Modellierung von Beziehungsstrukturen mit latenten Konstrukten am Beispiel von Benutzerakzeptanz*, in: Bandow, G., Holzmüller, H. H. (Hrsg.): *Das ist gar kein Modell – unterschiedliche Modelle und Modellierungen in Betriebswirtschaftslehre und Ingenieurwissenschaften*, Wiesbaden, 2010.
- Kitchin, R.: *Big Data, new epistemologies and paradigm shifts*, in *Big Data & Society*, April-June 2017, S. 1-12.
- Kittl, C.: *Kundenakzeptanz und Geschäftsrelevanz – Erfolgsfaktoren für Geschäftsmodelle in der digitalen Wirtschaft*, Graz, 2008.
- Klausnitzer, R.: *Das Ende des Zufalls – Wie Big Data unser Leben vorhersagbar macht*, Salzburg, 2013.
- Knott, P.: *Anforderungen an Zählerdatenerfassungssysteme* in: Köhler-Schute, C. (Hrsg.): *Smart Metering – Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*, Berlin, 2009, S. 96-110.
- Kollmann, A., Moser, S.: *Smart Metering im Kontext von Smart Grids, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie*, in: *Nachhaltig Wirtschaften*, 6/2014.
- Kollmann, T.: *Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und –systeme – Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen*, Wiesbaden, 1998.
- Kollmann, T.: *Online-Marketing – Grundlagen der Absatzpolitik in der Net Economy*, 2. aktualisierte und überarbeitete Auflage, Stuttgart, 2013.
- Kolloch, M., Golker, O.: *Staatliche Regulierungen und Digitalisierung als Antezedenzen für Innovationen in der Energiewirtschaft am Beispiel von REMIT*, in: *Zeitschrift für Energiewirtschaft* (40), 2016, S. 41-54.
- Königstorfer, J.: *Akzeptanz von technologischen Innovationen – Nutzungsentscheidungen von Konsumenten dargestellt am Beispiel von mobilen Internetdiensten*, Saarbrücken, 2008.

- Kranz, J., Gallenkamp J.-V., Picot, A.: *Exploring the Role of Control-Smart Meter Acceptance of Residential Consumers*, in: Proceedings of the Sixteenth Americas Conference on Information Systems, Lima, 2010.
- Kranz, J., Picot, A.: *Is it Money or the Environment? An empirical Analysis of Factors Influencing Consumers Intention to Adopt the Smart Metering Technology*, Proceedings of the Eighteenth Americas Conference on Information Systems, Seattle, 2012.
- Kroeber, F., Rittweger, R.: *Vermarktung der Innovation*, in: Rogowski, W.: Business Planning im Gesundheitswesen, Wiesbaden, 2016, S. 263-276.
- Kroeber-Riel, W., Gröppel-Klein, A.: *Konsumentenverhalten*, 10. Auflage, München, 2013.
- Krosnick, J. A.: *Survey research*, in: Annual review of Psychology, 50/1999, S. 537-567.
- Kuß, A., Wildner, R., Kreis, H.: *Marktforschung – Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse*, 5. vollst. überarb. und erw. Auflage, Wiesbaden, 2014.
- Lackmann (nd): *Systemlösung Lackmann – intelligentes Messsystem*, URL: <http://lackmann.de/systemtechnik/systemloesung-lackmann/>, abgerufen am: 26.06.2017.
- Lanquillon, C., Mallow, H.: *Advanced Analytics mit Big Data*, in: Dorschel, J. (Hrsg.): Praxishandbuch Big Data – Wirtschaft – Recht – Technik, Wiesbaden, 2015, S. 55-89.
- Leferink, F., Keyer, C., Melentjev, A.: *Static Energy Meter Errors Caused by Conducted Electromagnetic Interferences*, in: IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine, Vol. 5, Quarter 4, 2016.
- Lepping, J., Palzkill, M.: *Zwischen Selbstbestimmung, Freiheit und Verantwortung – Die Chance der digitalen Souveränität*, in: Wittpahl V. (Hrsg.), Digitalisierung – Bildung, Technik, Innovation, Springer, 2017, S. 16-34.
- Lübbecke, T.: *Akzeptanz von Smart Home – Von der Theorie zur Vermarktung*, in: Büllingen, F., Stamm, P. (Hrsg.), Neue Formen des Home Experience Design Mittelstand – Digital, Wissenschaft trifft Praxis, 4/2016, S. 21-26.
- Lübemann, V., Ortmann, M. C., Pokrant, P.: *Datenschutz beim Smart Metering – Das geplante Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) auf dem Prüfstand*, in: RDV, Heft 3, 2016, S. 125-133.
- Macovei, O.-I.: *Applying the Theory of Planned Behavior in Predicting Pro-environmental Behavior: The Case of Energy Conservation*, in: Acta Universitatis Danubius Oeconomica, 11.4/2015, S. 15-32.
- Malhotra, N. K.: *Marketing Research*, 6. Auflage, New Jersey, 2010.

- McKenna, E., Richardson, I., Thomson, M.: *Smart meter data – balancing consumer privacy concerns with legitimate applications*, in: *Energy Policy*, 41/2012, S. 807-814.
- Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M.: *Marketing – Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung, Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele*, 12. Überarbeitete und aktualisierte Auflage, Wiesbaden, 2015.
- Mengi, A.: *Die Auswirkungen der Einführung intelligenter Messsysteme auf das Smart Home*, in: Büllingen, F., Stamm, P. (Hrsg.), *Neue Formen des Home Experience Design Mittelstand – Digital, Wissenschaft trifft Praxis*, 4/2016, S. 76-80.
- Milfont, T. L., Duckitt, J.: *The Environmental Attitudes Inventory: A valid and reliable measure to assess the structure of environmental attitudes*, in: *Journal of Environmental Psychology*, 30/2010, S. 80-94.
- MsbG (2016): *Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen*, URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/messbgl/>, abgerufen am: 19.06.2017.
- Müller-Böling, D., Müller, M.: *Akzeptanzfaktoren der Bürokommunikation*, München, 1986.
- Müller-Elschner, C.: *Die Rolle von Informations- und Kommunikationstechnologie beim Smart Metering; smarte Netze für smarte Nutzer*, in: Köhler-Schute, C. (Hrsg.): *Smart Metering – Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*, Berlin, 2009, S. 87-95.
- Nabe, C., Beyer, C., Broderson, N., Schäffler, H., Adam, D., Heinemann, C., Tusch, T., Eder, J., Wyl, C., Wege, J.-H., Mühe, S.: *Einführung von lastvariablen und zeitvariablen Tarifen - Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen*, Ecofys, 2009.
- NEWnergie (nd): *Sparen mit Smart Metern*, URL: <https://www.new-energie.de/sparen-mit-smartmeter/?qclid=CL7w6dPPjdQCFQgz0wod-dAB0A>, abgerufen am: 28.05.2017.
- Pavlou, P. A.: *Consumer Acceptance of Electronic Commerce: Integrating Trust and Risk with the Technology Acceptance Model*, in: *International Journal of Electronic Commerce*, 7.3/ 2003, S. 101-134.
- Peters, P., Mohr, N.: *Digitalisierung im Energiemarkt – neue Chancen, neue Herausforderungen*, in: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* (65), Heft 12, 2015, S. 8-12.
- Pospeschill, M.: *Empirische Methoden in der Psychologie*, München, 2013.
- Präsentation Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher, OTH Regensburg, Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner et al.: *Power-to-X und Sektorkopplung, Einordnung, Technologien, Potenziale*, URL:

- https://www.google.de/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjog6ar4YjVAhUFY1AKHdVCDKIQFggpMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.energieland.hessen.de%2FBFEH%2Fgiessen%2FProf_Dr_Michael_Sterner_Power_to_X_Technologien_und_Sektorkopplung.pdf&usq=AFQjCNE7i1fUY2XbaTrSJgwVIU_lbKLyMA, abgerufen am: 14.07.2017.
- Pressemitteilung EU Kommission (2011): *Energiefahrplan 2050: ein sicherer, wettbewerbsfähiger und CO2-arter Energiesektor ist möglich*, URL: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_de.htm, abgerufen am: 13.07.2017.
- Profijt, M.: *Milieuspezifische Vorgehensweise für den Einsatz von Smart Metern in deutschen Haushalten*, Stuttgart, 2010.
- Proteus Solutions (2013): *Was machen eigentlich diese Smart Meters?*, URL: <https://proteus-solutions.de/~Unternehmen/News-PermaLink.asp?PS=tM.F04!sM.NI41!Article.955510>, abgerufen am: 28.05.2017.
- PwC Österreich: *Studie zur Analyse der Kosten- Nutzen einer österreichweiten Einführung von Smart Metering*, 2010.
- Q-Set (nd): *Verbalisierte oder endpunktbenannte Skalen*, URL: https://www.q-set.de/Neues_auf_Q-Set_de/skalen_erstellen_verbalisierte_oder_endpunktbenannte_skalen.php, abgerufen am: 15.06.2017.
- Rebbelmund, S., Rübsam, R.: *Smart Metering – wichtiger Katalysator für den Umbau des weltweiten Energiemarktes*, in: Köhler-Schulte, C. (Hrsg.): *Smart Metering – Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*, 2. Auflage, Berlin, 2010, S. 71 – 86.
- Riedl, J., Eggert B.: *Die empirische Positionierungsstudie auf Basis von Realmarkenbeurteilungen – Ein Beispiel aus dem Markt für Sportswear*, in: Hofbauer, G., Pattloch, A., Stumpf, M. (Hrsg.): *Marketing in Forschung und Praxis*, Berlin, 2013, S. 549 – 573.
- Rogers, E. M.: *Elements of diffusion*, in: *Diffusion of innovations* 5, 2003, S. 1-38.
- Rogers, M.: *Diffusion of Innovations*, New York, 1995.
- RWE (2015): *Smart Meter Rollout in Deutschland*, URL: www.rwe.com/web/cms/.../2/...metering.../Smart-Meter-Rollout-in-Deutschland.pdf, abgerufen am: 28.05.2017.
- Schneidewindt, H., Sieverding, U.: *Intelligente Stromzähler (Smart Meter) – mehr Risiken als Nutzen für Verbraucherinnen und Verbraucher?*, in: *WISO direkt*, Januar, 2015.
- Schnurre, S.: *Variable Tarife aus dem Blickwinkel der Lastverlagerung*, in: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 64(6)/ 2014, S. 53-57.

- Schön, D.: *Planung und Reporting – Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics*, 2., überarb. Auflage, Wiesbaden, 2016.
- Schumann, S.: *Repräsentative Umfrage – Praxisorientierte Einführung in empirische Methoden und statistische Analyseverfahren*, 6. Auflage, München, 2012.
- Shih, H.-P.: *Extended technology acceptance model of Internet utilization behavior*, in: *Information & Management*, 4/2004, S. 719-729.
- Spiegel-Online (2017): *Intelligente Stromzähler berechnen Verbrauchern zu viel*, URL: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/energie-intelligente-stromzaehler-liefern-falsche-daten-a-1138164.html>, abgerufen am: 25.06.2017.
- Statistisches Bundesamt (2015): *GENESIS Online Datenbank – Statistik 12411 Fortschreibung des Bevölkerungsstandes*, URL: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data.jsessionid=90B7339EF6AC7584629EC3BA2BC3085E.tomcat_GO_1_3?operation=statistikAbruftabellen&levelindex=0&levelid=1500717700116&index=2, abgerufen am: 22.07.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017): *Wirtschaftsbereiche Energie – Bruttostromerzeugung 2016*, URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Erzeugung/Aktuell.html>, abgerufen am: 08.07.2017.
- Steinhoff, F., Trommsdorff, V.: *Einführung in das Innovationsmarketing*, in: Heger, G., Schmeisser, W. (Hrsg.): *Beiträge zum Innovationsmarketing*, München, 2007, S. 4-18.
- Stellungnahme EU-Datenschutzbeauftragter (2008): *Opinion of the European Data Protection Supervisor on the Commission Recommendation on preparations for the roll-out of smart metering systems*, URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjmj9WU9LXUAhWIJMAKHZONAK4QFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fedps.europa.eu%2Fsites%2Ffedp%2Ffiles%2Fpublication%2F12-06-08_smart_metering_en.pdf&usq=AFQjCNFOmoPoelli5-99q-ARNoyqHiwyw, abgerufen am: 11.06.2017.
- Ströbele, W., Pfaffenberger, W., Heuterkes, M.: *Energiewirtschaft – Einführung in Theorie und Politik*, 2. Auflage, Oldenburg, 2010.
- Toft, M. B., Schuitema, G., Thorgersen, J.: *Responsible technology acceptance: Model development and application to consumer acceptance of Smart Grid technology*, in: *Applied Energy*, 134/ 2014, S. 392-400.
- Trommsdorff, V., Steinhoff, F.: *Innovationsmarketing*, München, 2007.
- Urban, D.: *Was ist Umweltbewusstsein?* in: *Zeitschrift für Soziologie*, 15(5), 1986, S. 363-377.

- Varela, I.: *Smart Energy – Die Digitalisierung der Energiewirtschaft*, in: Linnhoff-Popien, C., Zaddach, M., Grahl, A. (Hrsg.): *Marktplätze im Umbruch – Digitale Strategien für Services im Mobil Internet*, Heidelberg, 2015, S. 495-502.
- Vasilijevska, J., Gangale, F., Mengolini, A.: *Evolving role of distribution system operators in end user engagement*, CIRED Workshop Helsinki, Paper 0475, 2016.
- Vattenfall (2010): *Smart Meter – Pilotprojekt in Berlin*, URL: <https://corporate.vattenfall.de/newsroom/pressemeldungen/pressemeldungen-import/smart-meter-pilotprojekt-in-berlin/>, abgerufen am: 28.05.2017.
- Venkatesh, V., Bala, H.: *Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions*, in: *Decision sciences* 39.2/2008, S. 273-315.
- Venkatesh, V., Davis, F.: *A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies*, in: *Management science* 46.2/2000, S. 186-204.
- Verbraucherzentrale (2016): *Erste Strom-Kunden müssen den Einbau von Smart-Meter-Geräten zahlen*, URL: <https://www.verbraucherzentrale.de/smart-meter#welchenutzenundrisikenhabensmartmeter>, abgerufen am: 10.06.2017
- Verbraucherzentrale Bundesverband (2016): *Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung zur Digitalisierung der Energiewende – im Ausschuss für Wirtschaft und Energie des Deutschen Bundestages*, URL: https://www.google.de/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjL1dTS59jUAhUDVxQKHWqnAeQQFghYMAg&url=http%3A%2F%2Fwww.vzbv.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FStellungnahme_vz_bv_smart_meter_13_04_2016.pdf&usq=AFQiCNHme6SxO7740S7IEYex_0362XgrxQ, abgerufen am: 25.06.2017.
- Vine, D., Buys, L., Morris, P.: *The Effectiveness of Energy Feedback for Conservation and Peak Demand: A Literature Review*, in: *Open Journal of Energy Efficiency*, 2/2013, S. 7-15.
- VZBV (2016): *Die Zwangsdigitalisierung der Energiewende – Smart geht anders*, URL: <https://www.vzbv.de/meldung/die-zwangsdigitalisierung-der-energiewende-smart-geht-anders>, abgerufen am: 25.06.2017
- Wallmer, T.: *Energiebranche – Herausforderungen an verschiedenen Fronten*, in: *Expert Fokus*, Vol. 90, Heft 9, 2016, S. 612.
- Weis, C. H.: *Marketing*, 17. komplett überarbeitete Auflage, Herne, 2015.
- Weltenergieerat Deutschland (2016): *Energie für Deutschland 2016 – Fakten-Perspektiven und Positionen im globale Kontext*, URL: <http://www.weltenergieerat.de/publikationen/energie-fuer-deutschland/>, abgerufen am: 21.12.2016.

- Westermann, D., Döring, N., Bretschneider, P. (Hrsg.): *Smart Metering – Zwischen technischer Herausforderung und gesellschaftlicher Akzeptanz – interdisziplinärer Status Quo*, Illmenau, 2013.
- Wingert, C.: *Allgemeines Umweltbewusstsein. Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen*, 2014.
- Wirtschaftslexikon (nd): *Diffusion*, URL: <http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/diffusion/diffusion.htm>, abgerufen am: 29.04.2017.
- Woldeab, S.: *Leistungsdifferenzierung im Energieversorgungswettbewerb. Eine Conjoint-Analyse am Beispiel des deutschen Energiemarktes unter besonderer Berücksichtigung von Smart Metern*, in: Zerres, M., Zerres, C. (Hrsg.): *Hamburger Schriften zur Marketingforschung Band 92*, München, 2014.
- Wolff, H. A., Brink, S. (Hrsg.): *Datenschutzrecht in Bund und Ländern – Grundlagen, Bereichsspezifischer Datenschutz, BDSG*, München, 2013, abgerufen über Datenbank Beck-Online, URL: https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fkomm%2Fbeckokdatens_20%2Fcont%2Fbeckokdatens.prinzipien.glb.htm&pos=3&hlwords=on
- Wolling, J., Arlt, D.: *Smart Metering in den Medien und im Urteil der Öffentlichkeit*, in: Westermann, D., Döring, N., Bretschneider, P. (Hrsg.): *Smart Metering – Zwischen technischer Herausforderung und gesellschaftlicher Akzeptanz – interdisziplinärer Status Quo*, Illmenau, 2013, S. 17 – 60.
- Wriggers, S.: *Markterfolg im Mobile Commerce – Faktoren der Adoption und Akzeptanz von M-Commerce-Diensten*, Wiesbaden, 2006.
- Wunderlich, P., Veit, D., Sarker, S.: *Examination of the determinants of smart meter adoption - an user perspective*, Research Paper Thirty Third International Conference on Informations Systems, Orlando, 2012.
- Wunderlich, P.: *Green Information Systems in the Residential Sector – An Examination of the Determinants of Smart Meter Adoption*, Heidelberg, 2013.
- Zeit Online (2010): *Smart Meter – Dann schalten die Hacker das Licht aus*, URL: <http://www.zeit.de/digital/internet/2010-04/smartgrid-strom-hacker/seite-2>, abgerufen am: 25.06.2017.
- Zimmermann, H., Wolf, V. (2016): *Sechs Thesen zur Digitalisierung der Energiewende – Chancen, Risiken und Entwicklungen*, URL: www.germanwatch.org/de/12556, abgerufen am: 13.07.2017.
- Zukunftsstark (nd): *Megatrend Digitalisierung*, URL: <http://www.zukunftsstark.org/fakten-digitalisierung/>, abgerufen am: 09.07.2017.

Anhang

Anhang 1: Erhebungsinstrument – Fragebogen



0% ausgefüllt

Liebe Teilnehmer,

mein Name ist Julia Riester und ich bin Studentin des Studiengangs Marketing Management an der Hochschule Hof. Im Rahmen meiner **Masterarbeit** führe ich eine Befragung zur **Nutzung digitaler Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz** durch.

Bitte nehmen Sie sich kurz Zeit, die Befragung nimmt **max. 10 Minuten** in Anspruch. Sie erfolgt **vollständig anonym**, die Daten werden ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke im Rahmen der Masterarbeit verwendet und nicht an Dritte weitergegeben.

Als **Dankeschön** für Ihre Teilnahme haben Sie am Ende der Befragung die Möglichkeit, an einer Verlosung von **3 Amazon-Gutscheinen im Wert von je 20 Euro** teilzunehmen.

Bitte beantworten Sie alle Fragen **spontan und ehrlich**, auch wenn Sie selbst noch keine Vorkenntnisse zu den vorgestellten Technologien besitzen. Es geht um Ihre **persönliche Meinung**.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Weiter

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017



8% ausgefüllt

1. In der Umweltpolitik wird aktuell die Einführung von Smart Metern, sogenannten digitalen Stromzählern, diskutiert. Diese sollen als einer der Wegbereiter hin zu einer effizienteren und nachhaltigeren Energieversorgung dienen und einen Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutzziele leisten.

Haben Sie vor dieser Befragung schon einmal etwas zum Thema „digitale Stromzähler“ bzw. „Smart Meter“ gehört?

- Ja
- Nein
- Weiß ich nicht

2. Was fällt Ihnen spontan zum Thema „Smart Meter“ ein?

Zurück

Weiter

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017

15% ausgefüllt

Es folgt nun eine kurze Erklärung der Technologie. Bitte lesen Sie sich die Infos aufmerksam durch und klicken Sie dann auf "Weiter" um mit der Befragung fortzufahren.

Ein **Smart Meter** ist ein **digitaler Energiezähler**, der herkömmliche Stromzähler ersetzen kann. Diese elektronischen Messgeräte ermöglichen eine **direkte Übermittlung der Verbrauchsdaten** an den Energieversorger und machen das manuelle Ablesen überflüssig. Außerdem erhält der Energieversorger durch **Echtzeitdaten** genaue Einblicke in das **Verbrauchsprofil der Kunden**.

Welche Funktionen und Potenziale bietet der Einsatz eines Smart Meters?

- Überblick über den aktuellen Stromverbrauch und den aktuellen Strompreis durch angebundene In-Home Displays, Apps oder Internetportale
- Transparenz und Kontrolle über den eigenen Energieverbrauch
- Übersicht über den Verbrauch der letzten Tage, Wochen oder Monate
- Genauen Einblick in den Verbrauch einzelner Haushaltsgeräte
- Angebot von lastvariablen Tarifen, d.h. der Verbraucher erfährt in welchem Zeitfenster welcher Strompreis bezahlt wird und kann Verbrauch so in lastärmere Zeiten verschieben um Kosteneinsparungen zu erreichen
- Unterstützung der Einspeisung erneuerbarer Energien (Anzeige wann verfügbar und zu welchem Strompreis)
- Erzielen von CO₂-Einsparungen durch bewussteren Energieverbrauch

Um einen besseren Eindruck von der Technologie zu erhalten, finden sie hier Bilder eines Smart Meters in Verbindung mit einem [Display](#) bzw. einer [App](#) zur Darstellung des Verbrauchs und den Tarifinformationen.

Zurück

Weiter

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017

23% ausgefüllt

3. Stellen Sie sich vor, Ihr Energieversorger bietet Ihnen den kostenlosen Ersatz ihres Stromzählers durch ein Smart Meter an. Wie wahrscheinlich würden Sie die Installation eines Smart Meters für Ihren Haushalt akzeptieren?

Gehen Sie bei der Beantwortung der Frage von Ihrem derzeitigen Kenntnisstand zu der neuen Technologie aus.

Überhaupt nicht wahrscheinlich Sehr wahrscheinlich

4. Wie wahrscheinlich würden Sie der Installation zustimmen, wenn mit Betrieb des neuen Zählers jährliche Zusatzkosten (ca. 100 Euro pro Jahr) auf Sie zukommen?

Überhaupt nicht wahrscheinlich Sehr wahrscheinlich

Zurück


Weiter

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017

31% ausgefüllt

5. Es geht im Folgenden um die Beurteilung des Nutzens der Technologie für Sie und Ihren Haushalt. Gehen Sie also von Ihrer eigenen Meinung aus.

Wie beurteilen Sie den Nutzen der folgenden Funktionen der Technologie für Sie persönlich?

	Überhaupt nicht nützlich	Sehr nützlich
		
Transparenz über den eigenen Energieverbrauch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aktive Einsparung von Energie durch die Verwendung von Smart Metern	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterstützung der Einspeisung erneuerbarer Energien in das Stromnetz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduktion der Umweltbelastung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einsparung von Kosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erkennen von Stromfressern und Einsparmöglichkeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatische Ansteuerung von Haushaltsgeräten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verschieben bestimmter Haushaltsaktivitäten in lastärmere Zeiten (z.B. Waschmaschine oder Trockner)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zurück

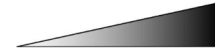
Weiter

38% ausgefüllt

6. Inwiefern stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?

Stimme überhaupt nicht zu

Stimme voll und ganz zu



Ich gehe davon aus, dass die Bedienung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportal einfach ist.

Ich denke, ein Smart Meter mit zugehörigem Verbrauchsportal ist für mich übersichtlich.

Ich denke, die Nutzung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportal bedeutet für mich einen hohen Aufwand.

Ich gehe davon aus, dass die Bedienung für mich einfach zu erlernen ist.

Ich denke, die Bedienung ist für mich kompliziert.

Stimme überhaupt nicht zu

Stimme voll und ganz zu



Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich aufgrund der verschiedenen Funktionen attraktiv.

Die Nutzung eines Smart Meters finde ich aufgrund der Nutzungsmöglichkeiten interessant.

Ein Smart Meter kann auf vielfältige Weise genutzt werden.

Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich nicht wünschenswert.

Zurück

Weiter

46% ausgefüllt

7. Es folgen nun einige Aussagen zu möglichen Risiken, die eine Nutzung von Smart Metern mit sich bringen kann. Beurteilen Sie die Statements bitte dahingehend, wie hoch Sie das Risiko für Sie persönlich einschätzen.

Stimme überhaupt nicht zu

Stimme voll und ganz zu



Ich sehe ein hohes Risiko hinsichtlich des Missbrauchs der mit Smart Metern erhobenen Daten.

Ich sehe durch die Smart Meter Nutzung einen Eingriff in meine Privatsphäre.

Durch die Nutzung von Smart Metern steigt die Bedrohung durch Cyberangriffe.

Smart Meter tragen weiter zur Entwicklung hin zu einem gläsernen Kunden bei.

Ich sehe ein Risiko darin, dass die erhobenen Echtzeitdaten an Dritte (z.B. Werbung, Krankenkassen, Polizei) weitergegeben werden.

Dadurch, dass meine Alltagshandlungen an den Energieverbrauch gekoppelt sind, ist es zu einfach, Rückschlüsse auf meine Lebensgewohnheiten zu ziehen.

Ich sehe ein Risiko darin, dass durch die gesammelten Daten Nutzerprofile erstellt werden, die mit Daten aus anderen Quellen verknüpft werden können (z.B. Behörden, soziale Netzwerke).

Ich sehe ein Risiko darin, dass die Daten für die Vorbereitung von Straftaten verwendet werden könnten (z.B. Einbrüche wenn kein Energieverbrauch gemessen wird).

Ich sehe ein Risiko darin, dass verbundene Haushaltsgeräte von Unbefugten gesteuert werden könnten.


Zurück

Weiter

54% ausgefüllt

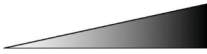
8. Wie stehen Sie zu folgenden Aussagen?

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme voll und ganz zu
		
Der Gedanke an die aktuelle Verschwendung von Energie beunruhigt mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es ist mir wichtig, dass die Produkte die ich nutze, der Umwelt nicht schaden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bedenke mögliche Auswirkungen auf die Umwelt bei meinem Handeln.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich würde mein eigenes Verhalten als umweltbewusst beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich nehme einen größeren Aufwand in Kauf, wenn ich dann umweltbewusster handeln kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es beunruhigt mich, wenn ich daran denke, unter welchen Umweltverhältnissen unsere Kinder und Enkelkinder wahrscheinlich leben müssen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn wir so weitermachen wie bisher, steuern wir auf eine Umweltkatastrophe zu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meine Gedanken zu Umweltthemen beeinflussen mein Einkaufsverhalten nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme voll und ganz zu
		
Es ist mir zu mühsam, ständig darauf zu achten, weniger Strom zu verbrauchen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Über Nacht lasse ich einige Geräte (z.B. Computer, Kaffeemaschine etc.) auf Standby.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich verwende Energiesparlampen für meine Beleuchtung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich lasse häufig das Licht an, obwohl ich den Raum verlasse oder es nicht mehr gebraucht wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich verschiebe das Einschalten bestimmter Geräte bewusst in die Abend- oder Nachtstunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich nutze Geräte, die besonders viel Energie verbrauchen, seltener.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich weise andere Haushaltsmitglieder auf Stromsparmöglichkeiten hin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mich um Energieeinsparung zu kümmern ist mir zu mühsam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

62% ausgefüllt

9. Es geht nun um Ihre Absicht, die Smart Meter Technologie selbst zu nutzen.

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme voll und ganz zu	Ich nutze die Technologie bereits.
			
Ich ziehe eine Nutzung der Technologie für die Zukunft in Betracht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich beabsichtige eine aktive Nutzung der Technologie in der Zukunft.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Stellen Sie sich vor Sie könnten Einfluss auf die Entwicklung und die Funktionen von Smart Metern nehmen.

Welche Wünsche und Erwartungen würden Sie äußern?

--

11. Welche Möglichkeit für die Anzeige der Verbrauchsdaten, Tarife und Einsparmöglichkeiten würden Sie präferieren?

- In-Home Display
- Online Verbrauchsportal
- Mobile App

Zurück

Weiter

77% ausgefüllt

Abschließend möchte ich Sie noch um einige Angaben zu Ihrer Person bitten.

16. Wie alt sind Sie?

 Jahre

17. Sie sind...

- weiblich
 männlich

18. Welches ist Ihr höchster erreichter Schulabschluss?

- kein Abschluss
 bis zur Hauptschule
 Mittlere Reife
 Abitur
 Hochschulabschluss
 Sonstiges

Zurück

Weiter

85% ausgefüllt

19. Welchem Bundesland fühlen Sie sich zugehörig?

20. Wie viele Einwohner hat Ihr derzeitiger Hauptwohnsitz (circa)?

 Einwohner

21. Wie hoch ist Ihr monatliches Nettoeinkommen?

- unter 1.000 €
- 1.000 € bis 2.000 €
- 2.000 € bis 3.000 €
- 3.000 € bis 4.000 €
- 4.000 € bis 5.000 €
- über 5.000 €

22. Wie viele Personen leben, Sie eingeschlossen, in Ihrem Haushalt?

 Personen[Zurück](#)[Weiter](#)

92% ausgefüllt

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Falls Sie Fragen oder Anmerkungen zur Studie haben, kontaktieren Sie mich gerne unter julia.riester@hof-university.de.

Ihre Angaben wurden gespeichert, wenn Sie nicht am Gewinnspiel um einen der 3 Amazon-Gutscheine im Wert von 20 € teilnehmen möchten, können Sie das Browser-Fenster nun schließen.

Möchten Sie an dem Gewinnspiel teilnehmen?

Dann geben Sie bitte Ihre E-Mail Adresse im vorgegebenen Feld an und klicken Sie auf „Weiter“.

Die Angabe wird unabhängig von Ihren Antworten gespeichert und nach der Ziehung der Gewinner gelöscht. Die Befragung bleibt damit weiterhin anonym.

E-Mail: [Zurück](#)[Weiter](#)

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

[Julia Riester](#), Marketing Management, Hochschule Hof – 2017

Anhang 2: Rotierte Komponentenmatrix der durchgeführten Faktorenanalyse

Rotierte Komponentenmatrix ^a						
	Komponente					
	1	2	3	4	5	6
Nutzen: Transparenz über den eigenen Energieverbrauch	0,720	-0,167	0,052	0,082	-0,069	-0,099
Nutzen: Aktive Einsparung von Energie durch die Verwendung von Smart Metern	0,855	-0,177	0,077	0,054	0,085	-0,143
Nutzen: Unterstützung der Einspeisung erneuerbarer Energien in das Stromnetz	0,711	-0,052	0,187	0,095	-0,021	0,012
Nutzen: Reduktion der Umweltbelastung	0,845	-0,075	0,176	-0,013	0,081	-0,071
Nutzen: Einsparung von Kosten	0,841	-0,073	-0,040	0,004	0,120	-0,138
Nutzen: Erkennen von Stromfressern und Einsparmöglichkeiten	0,874	-0,072	-0,040	0,044	0,068	-0,022
Nutzen: Automatische Ansteuerung von Haushaltsgeräten	0,629	-0,119	0,120	0,143	-0,235	0,196
Nutzen: Verschieben bestimmter Haushaltsaktivitäten in lastärmere Zeiten (z.B. Waschmaschine oder Trockner)	0,667	-0,055	0,095	0,154	-0,116	0,357
Einfachheit der Nutzung: Ich gehe davon aus, dass die Bedienung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportale...	0,286	-0,124	-0,112	0,795	-0,030	0,063
Einfachheit der Nutzung: Ich denke, ein Smart Meter mit zugehörigem Verbrauchsportale ist für mich übersichtlich.	0,319	-0,089	-0,031	0,774	-0,061	0,068
Einfachheit der Nutzung: Ich denke, die Nutzung eines Smart Meters mit zugehörigem Verbrauchsportale bedeutet für mich...	0,162	-0,198	-0,020	0,690	0,056	-0,054
Einfachheit der Nutzung: Ich gehe davon aus, dass die Bedienung für mich einfach zu erlernen ist.	0,198	-0,039	0,047	0,842	-0,027	0,027
Einfachheit der Nutzung: Ich denke, die Bedienung ist für mich kompliziert.	0,067	-0,051	0,043	0,809	0,150	-0,115
Einstellungsakzeptanz: Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich aufgrund der verschiedenen Funktionen attraktiv.	0,829	-0,275	0,032	0,272	-0,041	0,072
Einstellungsakzeptanz: Die Nutzung eines Smart Meters finde ich aufgrund der Nutzungsmöglichkeiten interessant.	0,832	-0,238	0,034	0,254	-0,030	0,086
Einstellungsakzeptanz: Ein Smart Meter kann auf vielfältige Weise genutzt werden.	0,599	-0,083	0,039	0,177	0,015	0,143
Einstellungsakzeptanz: Die Nutzung eines Smart Meters ist für mich nicht wünschenswert.	0,664	-0,236	0,093	0,170	-0,045	-0,036
wahrgenommenes Risiko: Ich sehe ein hohes Risiko hinsichtlich des Missbrauchs der mit Smart Metern erhobenen Daten.	-0,261	0,788	0,042	-0,152	0,105	-0,101
wahrgenommenes Risiko: Ich sehe durch die Smart Meter Nutzung einen Eingriff in meine Privatsphäre.	-0,374	0,734	0,047	-0,185	0,113	-0,070
wahrgenommenes Risiko: Durch die Nutzung von Smart Metern steigt die Bedrohung durch Cyberangriffe.	-0,196	0,778	0,081	-0,052	0,011	-0,033
wahrgenommenes Risiko: Smart Meter tragen weiter zur Entwicklung hin zu einem gläsernen Kunden bei.	-0,241	0,775	0,026	0,011	0,128	-0,034
wahrgenommenes Risiko: Ich sehe ein Risiko darin, dass die erhobenen Echtzeitdaten an Dritte (z.B. Werbung, Krankenkassen)...	-0,117	0,787	0,035	-0,085	0,111	0,030
wahrgenommenes Risiko: Dadurch, dass meine Alltagshandlungen an den Energieverbrauch gekoppelt sind, ist es zu einfa...	-0,103	0,793	0,012	-0,028	-0,003	0,061

wahrgenommenes Risiko: Ich sehe ein Risiko darin, dass durch die gesammelten Daten Nutzerprofile ...	-0,176	0,837	0,017	-0,027	0,105	0,066
wahrgenommenes Risiko: Ich sehe ein Risiko darin, dass die Daten für die Vorbereitung von Straftaten verwendet werde...	-0,089	0,715	-0,003	0,000	-0,160	0,074
wahrgenommenes Risiko: Ich sehe ein Risiko darin, dass verbundene Haushaltsgeräte von Unbefugten gesteuert werden kö...	0,016	0,709	0,084	-0,148	-0,029	0,033
Umweltbewusstsein: Der Gedanke an die aktuelle Verschwendung von Energie beunruhigt mich.	0,261	0,087	0,679	0,006	0,004	0,052
Umweltbewusstsein: Es ist mir wichtig, dass die Produkte die ich nutze, der Umwelt nicht schaden.	0,112	-0,008	0,810	-0,011	0,083	0,101
Umweltbewusstsein: Ich bedenke mögliche Auswirkungen auf die Umwelt bei meinem Handeln.	0,014	0,111	0,804	0,058	0,057	0,254
Umweltbewusstsein: Ich würde mein eigenes Verhalten als umweltbewusst beschreiben.	-0,091	0,099	0,664	-0,041	0,151	0,310
Umweltbewusstsein: Ich nehme einen größeren Aufwand in Kauf, wenn ich dann umweltbewusster handeln kann.	0,052	0,059	0,813	-0,027	-0,022	0,203
Umweltbewusstsein: Es beunruhigt mich, wenn ich daran denke, unter welchen Umweltverhältnissen unsere Kinder und Enkel...	0,130	-0,008	0,789	-0,090	-0,006	-0,094
Umweltbewusstsein: Wenn wir so weitermachen wie bisher, steuern wir auf eine Umweltkatastrophe zu.	0,112	0,015	0,740	0,047	-0,048	-0,220
Umweltbewusstsein: Meine Gedanken zu Umweltthemen beeinflussen mein Einkaufsverhalten nicht.	0,058	-0,048	0,585	0,028	0,291	0,220
Energiesparverhalten: Es ist mir zu mühsam, ständig darauf zu achten, weniger Strom zu verbrauchen.	-0,174	-0,018	0,339	0,137	0,527	0,344
Energiesparverhalten: Über Nacht lasse ich einige Geräte (z.B. Computer, Kaffeemaschine etc.) auf Standby.	0,013	0,069	0,077	-0,118	0,729	0,085
Energiesparverhalten: Ich lasse häufig das Licht an, obwohl ich den Raum verlasse oder es nicht mehr gebraucht wird.	-0,035	0,121	0,091	0,177	0,711	-0,021
Energiesparverhalten: Ich nutze Geräte, die besonders viel Energie verbrauchen, seltener.	0,138	0,126	0,352	-0,004	0,083	0,530
Energiesparverhalten: Ich weise andere Haushaltsmitglieder auf Stromsparmöglichkeiten hin.	0,048	-0,011	0,339	-0,091	0,137	0,690
Verhaltensintention: Ich ziehe eine Nutzung der Technologie für die Zukunft in Betracht.	0,679	-0,356	0,136	0,255	-0,227	0,209
Verhaltensintention: Ich beabsichtige eine aktive Nutzung der Technologie in der Zukunft.	0,629	-0,311	0,115	0,242	-0,259	0,285

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Anhang 3: Häufigkeitsauswertungen der freien Assoziationen zum Thema Smart Meter

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Positiv (17,8%)	Fortschritt	wichtige Technologie, Quantensprung, Fortschritt, Digital, Modern	6
	Umweltschutz	Energieeffizienz, Klimaschutz, Umweltschutz, Effizientere Energienutzung, Emissionsreduktion, Naturschonend	11
	Kosteneinsparung	Sparen	2
	Abrechnung	Schnelleres Ablesen, kein Ablesen mehr nötig, Arbeitserleichterung, Eindeutiger und Genauer	5
	Transparenz und Kontrolle	Bessere Übersicht/ Kontrolle, Bessere Regelung des Verbrauchs, Nachvollziehbarer, Genauer, Erkennen von Stromfressern	9
	weitere Funktionen	Lastverteilung, Vermeiden von Lastspitzen, Geräte je nach Stromverfügbarkeit zuschalten, Bedarfsgerechte Nutzung	4
	Allgemeine positive Wertung	gut, positiv, interessant, gute Idee, sinnvoll, Vereinfachung, tolle Idee, clever, nützlich	16
Negativ (38,6%)	Datenschutz	Datensammelwut, Verbrauchsprofile, Datenschutzprobleme, Datenschutzgrundverordnung, Elektronisch verfügbare Information	14
	Kosten	Kosten beim Einbau, hohe Gebühren, laufende Kosten, (zu) teuer, Kosten heben Einsparung auf, überteuert, unnötige Kosten	18
	Ungenauigkeit/ Funktionsfehler	Anmeldeschwierigkeiten, Aufwendig, Kompliziert, Fehlerhafte Messungen, unpräzise, Geldverschwendung	10
	Stromanbieter/ EV	Geldmacherei durch Versorger, EV berechnen mehr Kosten, Inkompetenz, Stromlobbyismus, Gewinnmaximierung	6
	fehlender Nutzen	bringen für Endverbraucher keinen Nutzen, erkenne den Sinn nicht, Nutzlos, Überflüssig, keine Vorteile	12
	Überwachung	gläserner Verbraucher, Überwachung, Manipulation, Profilbildung, Überwachungsstaat, Big Brother ist watching you	19
	Sicherheit	Hackerangriffe, Datenmanipulation, hohes Risiko, Eingriff in Privatsphäre, Sicherheitsbedenken, IT-Sicherheit, Cyberangriffe	13
	Allg. negative Wertung	Unfug, Unsinn, Spielkram, Übertrieben, Unausgereift, Wertlos	12
	Sonstiges	Abzocke, es muss nicht alles digital sein, Zwang, Verpflichtung, Skepsis, Volksverdummung	11
Neutral (43,6%)	Smart	Smart, Intelligent, Schlau, integrierte Lösung, Smart Grid, Smart Home, schlaue Zähler, Smart Buildings, intelligente Geräte	25
	Digital	Digitalisierung, digitaler Zähler, Industrie 4.0, Energie 4.0, Big Data	12
	Erklärung und Funktionen	Automatisiertes Ablesen, Übertragen von Daten an EV, genaue Messung, Kontrolle über Verbrauch, Strompreisänderungen, Transparenz, Steuerbar, Verbrauchsstatistiken	39
	Strom/ Stromzähler	Strom, Strommessung, Stromzähler, Verteilnetz, ENBW, E.on	8
	Erfahrungen	Wurden bei uns montiert, habe ich bereits im Keller, smappee	3
	Pflicht	wird verpflichtend, Schonfrist, Einbaupflicht, kein Weg daran vorbei	3
	Sonstiges	Buch Black Out, Wegmesssysteme, Trendthema, Zukunftsmusik, Fremdwort, Auto, Öko, Umwelt, Energiewirtschaft	28
	Nichts	keine Ahnung, Nichts, Unbekannte Thematik, Sagt mir nichts	12

Anhang 4: Gesamtüberblick Regressionsanalyse Kapitel 6.3.3

	R ²	F	B	β	t
AV: Akzeptanz UV: PU	0,344	151,513 (p = 0,00)	0,766	0,586	12,390 (p = 0,00)
AV: Akzeptanz UV: PEOU	0,41	58,500 (p = 0,00)	0,657	0,41	7,649 (p = 0,00)
AV: Akzeptanz UV: EA	0,452	238,745 (p = 0,00)	0,881	0,673	15,451 (p = 0,00)
AV: Akzeptanz UV: VI	0,511	285,032 (p = 0,00)	0,797	0,715	16,884 (p = 0,00)

Anhang 5: Häufigkeitsauswertung der offenen Nennungen zu Wünschen und Erwartungen

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Kosten (9,4%)	Kostengünstig	kostengünstige Nutzung, geringe Anschaffungs- und Betriebskosten, Preiswert	8
	Keine Zusatzkosten	Keine Zusatz-/ Mehrkosten, Kosten dürfen Einsparung nicht aufheben, kostenneutraler Austausch	8
	Sonstiges	Keine Erhöhung der Energiekosten trotz geringerem Verbrauch, keine Grundgebühr, staatl. Förderungen, Rabatte statt Kosten, Umweltbewusstsein darf nicht monetär bestraft werden	6

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Funktionen (24,0%)	Transparenz	Anzeigen von Stromfressern, Informationen über Verbrauch, Live-Anzeige, Kontrolle über Verbrauch, Verbrauchsanalysen	11
	Anbindung von Geräten	Interaktion mit Haushaltsgeräten, speziell Waschmaschine, Digital Sunset, Steuerung energieintensiver Geräte	6
	Lastvariable Tarife	Preise je nach Verfügbarkeit, Lastprofile, günstige Tarife nutzen, Stromtarife je nach Börsenpreis	4
	Automatisierung	Automatisches Einschalten von Geräten je nach Preis, Automatisierung nach Nutzerprofilen, Einrichten von Timern	6
	Feedbacksysteme	Steuerung per App, Vorschläge aufgrund der Verbrauchsanalyse, Verbesserungsvorschläge	11
	Warnungen	Smart Notifications, Alarmierung bei Schwellenwerten, Pushnachrichten, Warnhinweise	5
	Integration, Smart Home	Integration in Heimsteuerungen/ Smart Home, Nutzung mit Alexa, E-Auto Integration, Steuerung von Räumen	5
	Sonstiges	nur wenige Grundfunktionen, großer Funktionsumfang, Bedarfs-Verbrauchsplaner	8

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Daten (32,2%)	Datenschutz	Datenschutz, Datensicherheit, Garantien, keine Überwachung, sehr strenge Vorgaben, privacy by design	26
	Transparenz	Klarheit über Datenflüsse, Aufklärung über Verwendung, Transparenz was mit Daten geschieht	7
	Interne Erfassung	keine Übertragung der Daten, Interne Nutzung, Insellösung, kein Transfer, nicht cloud-basiert, kein Sender, nur Eigendiagnose	14
	Einsicht und Kontrolle	Auslesung nur bei Einwilligung, Kontrolle welche Daten übermittelt werden, Übertragung nur freiwillig, Einsicht in Daten, Vollständiger Zugriff auf die eigenen Daten, Möglichkeit zur Löschung	12
	Dritte/ Weitergabe	keine Weiterleitung an Dritte, Entkopplung von Drittanbietern, keine Werbung, genaue Vertragsregelung	8
	Häufigkeit	Übermittlung so selten wie möglich, keine automatische Übermittlung, nur monatlicher Verbrauch, nur Jahreswerte	5
	Sonstiges	Offenlegungspflicht, Möglichkeit zur Löschung, kein Profiling	3

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Sicherheit (15,5%)	Sicherheit	Sicherheit gewährleisten, digitale Sicherheit, Erhöhung, Privatsphäre schützen, kein Missbrauch, Anonymität	21
	Hackerangriffe	Schutz vor Hackerangriffen und Cyberkriminalität, Schutz vor Straftaten, Schutz vor unbefugten Zugriffen	6

	Vorkehrungen	Schutzmechanismen, Sicherheitsstandards, Verschlüsselung, Zertifizierungsverfahren	9
--	--------------	--	---

	Kategorie	Nennungen in der Kategorie (beispielhaft)	absolut
Sonstiges (18,9%)	Energieversorger	Anregung des Wettbewerbs, Haften des Versorgers für Schäden, Verbindung von Wohnvierteln, Mehr auf Umwelt als auf Profit achten, Transparentere Kommunikation und Vermarktung, bessere Aufklärung über Risiken	12
	Gesetzliche Einführung	kein Zwangseinbau, keine Pflicht, flächendeckende Einführung, Nutzung nur für Großkunden, bessere Regelungen für Stromerzeuger (Photovoltaik etc.)	14
	keine Wünsche und Erwartungen	keine Nutzung geplant, zu wenig Informationen, Nutzung anderer Geräte zur Energieoptimierung, überflüssig, Ablehnung	18

Nennungen insgesamt:

233