

MASTERARBEIT

Empirische Analyse des Einsatzes des Internets der Dinge in Messtechnik Bereich

ausgeführt am



Studiengang
Informationstechnologien und Wirtschaftsinformatik

Von: Mariam Abdullah
Personenkennzeichen: 1810320028

Graz, am 09.12.2019

.....

Unterschrift

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

.....

Unterschrift

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich unterstützt und motiviert haben.

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Dr. Softic bedanken, der die Masterarbeit betreut, mich unterstützt, motiviert und mir geholfen hat, die Arbeit zu verfassen.

Ich möchte mich bei Herrn DDr. Gradischnik bedanken. Vielen Dank für die Geduld und Hilfsbereitschaft. Ebenfalls danke ich Herrn Mag. Walter für seine Unterstützung und die wertvollen Erklärungen.

Ich möchte auch meinem Mann für den starken emotionalen Rückhalt während meines gesamten Studiums meinen Dank aussprechen. Ohne ihn wäre es mir nicht möglich gewesen, diese Arbeit abzuschließen. Besonderer Dank gebührt meinen Kindern, die mir Zeit gegeben haben, diese Arbeit fertigzustellen. An dieser Stelle sollen auch meine Arbeitskolleginnen/Kollegen erwähnt werden, die mir bei Fragen zur Seite standen und mir wertvolle Ratschläge gaben.

Abschließend möchte ich meiner Mutter, meiner Familie und meinen Freunden und Freundinnen danken. Vielen Dank, dass Ihr mich unterstützt und ermutigt habt, diese Arbeit zu schreiben.

KURZFASSUNG

Diese Arbeit befasst sich mit dem Einsatz des Internets der Dinge (IoT) im Messtechnikbereich.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Feststellung der Aspekte, die für den IoT-Einsatz in der Entwicklung von Produkten bzw. Dienstleistungen zu beachten sind.

Diese Arbeit wird wichtige Konzepte erläutern, um das Internet der Dinge anzuwenden, sowie die verschiedenen Arten von Technologien erklären, die im IoT verwendet werden und die Auswirkungen des IoT-Einsatzes auf Dienstleistungen und Produktion skizzieren. Es ist auch wichtig, die Risiken eines solchen IoT- Einsatzes und die Maßnahmen dagegen zu erläutern. Zum Schluss werden die wichtigsten Aspekte des IoT- Einsatzes und deren Auswirkung auf die Weiterentwicklung bzw. Neuentwicklung von Produkten und Diensten dargestellt.

Die Forschungsfrage dieser Arbeit ist: „Welche Aspekte entscheiden über den Einsatz von IoT im Bereich der Messtechnik?“ Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wurden Interviews und Umfragen mit den Entwicklern durchgeführt, die in der Firma Messtechnik GmbH & CO KG arbeiten. So soll herausgefunden werden, wie das Vorwissen der Entwickler über die angewendeten Technologien bei einem IoT- Einsatz sein sollte. Darüber hinaus wurde eine Umfrage unter Kunden des Unternehmens durchgeführt, um die Auswirkungen von IoT- Anwendungen auf ihren Energieverbrauch oder Wasserverbrauch zu ermitteln. Zusätzlich sollte die Flexibilität der Zusammenarbeit mit den Kunden anhand der entwickelten/vorhandenen Produkte/Dienste oder neuer Produkte/Dienste des Unternehmens erfasst werden.

Die Antwort wird darin bestehen, diese Umfragen und Interviews zu analysieren und die Ergebnisse in Tabellen und Diagrammen darzustellen. Schließlich wird klar, welche Aspekte beim Einsatz und der Anwendung des IoT auf die Messtechnik-Branche, wie z.B. Qualität, Dienstleistungserweiterung, Risikominderung und Kosten überwiegen.

ABSTRACT

This thesis deals with the deployment of the Internet of Things (IoT) and its usage in the field of measuring technology.

The aim of this work is to identify the aspects to consider when using IoT in the development of products or services.

This work will highlight important concepts to know the Internet of Things applications/ products as well as the different types of technologies that are used in the Internet of Things, furthermore the impact of IoT usage on services and production. On the other hand, the positive and negative aspects of the usage of IoT shall be outlined. It is also important to know the risks, that affect the products or services and to know the important aspects that should be considered by using IoT and their impact on the further development of new products or services.

The research question of this work is: "Which aspects determine the usage of IoT in measurement technology?" In order to answer this question, interviews and surveys were conducted with the developers working in the Messtechnik GmbH & CO KG to find out which prior knowledge of the technologies should be acquired by developers before using IoT to develop products or services. In addition, it will conduct a survey of the company's clients to determine the impact of IoT usage on their energy or water consumption and the flexibility of working with the new company products or services.

In order to answer these questions, I will analyse the surveys and interviews and present their results in tables and charts. Finally, it becomes clear, which aspects determined the usage of IoT in the measuring technology branch - for example quality, service-development, risks and costs.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Motivation	1
1.2	Problemstellung	1
1.3	Aufbau der Arbeit	2
2	MESSTECHNIK UNTERNEHMEN	4
2.1	Unternehmensprofil	4
2.2	Geräteüberblick	5
2.3	Zusammenfassung	5
3	DIGITALISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0	6
3.1	Was ist Digitalisierung?	6
3.2	Potenziale der digitalen Transformation	6
3.3	Industrie-4.0-Konzept	8
3.4	Zusammenfassung	9
4	INTERNET DER DINGE - INTERNET OF THINGS (IOT)	10
4.1	Was ist IoT?	10
4.2	Bedeutung für Nutzer und Unternehmen	11
4.3	Marktvolumen der IoT	12
4.4	Zusammenfassung	14
5	CHANCEN, RISIKEN UND SICHERHEIT DES IOT	15
5.1	Chancen	15
5.2	Risiken	18
5.2.1	IoT-Sicherheit	20
5.2.1.1	Grundlagen	21
5.2.1.2	Lösungsansätze.....	22
5.2.1.3	Kommunikation	23
5.3	Zusammenfassung	24

6	ENABLING TECHNOLOGY	25
6.1	IoT-Komponente	25
6.1.1	Was sind eingebettete Systeme (Embedded Systems)?	26
6.1.2	Cloud Computing	27
6.1.3	Big Data	29
6.1.3.1.	Big Data Eigenschaften	31
6.1.3.2.	Big Data und Cloud-Computing	31
6.1.4	Industrie 4.0	32
6.1.5	M2M Kommunikation	32
6.1.5.1.	Was ist M2M?	32
6.1.5.2.	M2M Grundkonzept	32
6.1.5.3.	M2M Komponente	33
6.1.5.4.	M2M und IoT	33
6.1.6	Augmented Reality (erweiterte Realität)	34
6.1.6.1.	Was ist Augmented Reality (AR)?	35
6.1.6.2.	Was ist Virtual Reality (virtuelle Realität (VR)?	36
6.1.6.3.	AR und VR	36
6.1.6.4.	Anwendungen	36
6.1.6.5.	AR und IoT	37
6.1.7	Smart Haus/Roboter (Smart Dinge)	37
6.2	Voraussetzung für die Implementierung von IoT	38
6.3	Zusammenfassung	39
7	METHODIK ZUR ENTWICKLUNG	40
7.1	Smart Services	40
7.2	Digitale Produkte	42
7.3	Organisationsentwicklung	44
7.4	IoT Design	45
7.5	IoT Anwendungsbereiche	47
7.6	Zusammenfassung	48
8	EINSATZ VON IOT IN MESSTECHNIK GMBH & CO KG	49
8.1	Messkonzept	49
8.2	Nutzung von Sensoren	49
8.3	Funktechnik	50

8.4	Datenerfassung, Datenspeicherung und -übertragung	53
8.5	Einfluss des IoT auf Messtechnik GmbH & CO KG	54
8.5.1	Messgeräte-Entwicklung im Unternehmen.....	54
8.5.2	Neue Dienstleistungen/Services.....	62
8.5.1	Zusammenfassung	66
9	METHODENWAHL	67
9.1	Forschungsfrage.....	67
9.2	Auswahl der Methoden	67
9.2.1	Methoden Kriterien	67
9.2.2	Datenerfassungsmethoden	68
9.3	Zielgruppendefinition	69
9.4	Fragebogen	70
9.5	Interviews.....	71
9.6	Stichprobe.....	72
9.7	Zusammenfassung	72
10	ANALYSE.....	73
10.1	Umfragen Analyse	73
10.1.1	Ergebnisse der Entwicklerumfrage.....	73
10.1.2	Ergebnisse der Kundenumfrage.....	83
10.2	Auswertung der Interviews	91
10.2.1	Kategorien	92
10.3	Zusammenfassung	95
11	ERGEBNISSE	96
11.1	Aus Kundensicht.....	96
11.2	Aus Entwickler- bzw. Unternehmenssicht	97
11.3	Zusammenfassung	99
11.4	Ausblick	101
11.4.1	Ausblick für die Messtechnik GmbH & CO KG.....	101
11.4.2	Ausblick für den Messtechnikbereich	101

ANHANG A - ENTWICKLERUMFRAGE-TEIL 1	103
ANHANG B - ENTWICKLERUMFRAGE-TEIL 2	104
ANHANG C - KUNDENUMFRAGE -TEIL 1	105
ANHANG D - KUNDENUMFRAGE -TEIL 2	106
ANHANG E - INTERVIEW 1	107
ANHANG F - INTERVIEW 2	109
ANHANG G - INTERVIEW 3	111
ANHANG H - KODIERUNG UND KATEGORIENBILDUNG DES 1. INTERVIEW	113
ANHANG I - KODIERUNG UND KATEGORIENBILDUNG DES 2. INTERVIEW	116
ANHANG J - KODIERUNG UND KATEGORIENBILDUNG DES 3. INTERVIEW	119
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	122
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	124
TABELLENVERZEICHNIS	127
LITERATURVERZEICHNIS	128

1 EINLEITUNG

Gartner, Inc. forecasts that *"the enterprise and automotive Internet of Things (IoT) market* will grow to 5.8 billion endpoints in 2020, a 21% increase from 2019. By the end of 2019, 4.8 billion endpoints are expected to be in use, up 21.5% from 2018."* (Gartner, 2019c)

Zunehmende Geräteverbindungen mit dem Internet und der Einsatz neuer Technologien und Trends wie Industrie 4.0, Cloud-Computing usw., sowie die Kunden- und Marktforderungen nach Kostenersparnis, Flexibilität und neuen Smart Services sind die Gründe für die Entwicklung von neuen Produkten und Services. Damit sollen den neuen Anforderungen des Marktes entsprochen und die Bedürfnisse der Kunden erfüllt werden.

Internet der Dinge (IoT) ist der Regenschirm für den Einsatz dieser neuen Technologien. Das IoT ermöglicht es, die Geräte, Objekte, Maschinen usw. (die Dinge) miteinander zu verbinden. Dazu braucht es viele Technologien, um den Aufbau von Netzen, Komponenten, Kommunikation usw. zwischen Dingen herzustellen und den Nutzen zu sichern.

1.1 Motivation

Aufgrund von IoT gibt es viele Entwicklungen in den Produkten und Dienstleistungen in fast allen Bereichen. Diese Arbeit befasst sich mit dem Einsatz des IoT im Messtechnikbereich, insbesondere im Unternehmen Messtechnik GmbH & CO KG. Die dieser Arbeit zugrundeliegende Motivation ist es, herauszufinden, welche Aspekte beim Einsatz von IoT in Unternehmen beachtet werden sollen. Wie sehen die Einflüsse auf das Unternehmen, seine Prozesse und Dienste, sowie auch auf den Kunden aus? Mit einem Blick auf die Komponenten, Risiken, Technologien und Einsatzbereiche und mit Hilfe von qualitativen und quantitativen Methoden sowie deskriptiver Statistik werden die Ergebnisse dieser Arbeit beschrieben.

1.2 Problemstellung

IoT ist die Verbindung von sämtlichen Dingen miteinander. Diese Verbindungen sind über mehrere Komponenten wie Netzwerk, Geräte, Daten, Cloud-Computing... usw. hergestellt. Es gibt zahlreiche Risiken, Chancen und Herausforderungen für den IoT-Einsatz. Es soll festgestellt werden, welche Maßnahmen und Voraussetzungen es für den IoT-Einsatz gibt. Welche Auswirkungen hat der IoT-Einsatz auf das Unternehmen und seine Kunden? Kann eine Produkterweiterung oder Neuentwicklung empfohlen werden? Daraus leitet sich die Forschungsfrage ab: „Welche Aspekte entscheiden über den Einsatz von IoT im Bereich der Messtechnik?“

Um diese Frage beantworten zu können, wurden Umfragen und Interviews durchgeführt, analysiert und evaluiert, sowie auch Literatur zu den notwendigen Themen wie Digitalisierung, IoT- Komponenten, Smart Services, digitalen Produkten... usw. gesucht. Diese Themen helfen zu verstehen, was IoT ist und wie es funktioniert. Diese Themen helfen auch, eine angemessene Interpretation der Ergebnisse, die aus der Analyse und Bewertung gekommen sind, zu finden.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in 11 Kapitel gegliedert. Das Kapitel 1 „Einleitung“ ist die Einleitung, es beschreibt die Problemstellung und den Aufbau der Arbeit.

Das Kapitel 2 „Messtechnik Unternehmen“ ist ein kurzer Überblick über die Messtechnik GmbH & CO KG, deren Entstehungsgeschichte sowie das Ziel des Unternehmens.

Das Kapitel 3 „Digitalisierung und Industrie 4.0“ erklärt, was Digitalisierung und Industrie 4.0 bedeuten, und beschreibt ihre Rolle bei der Entwicklung von neuen Diensten und Produkten bzw. der Wandlung zu digitalen Produkten und Geschäftsmodellen, sowie auch die Veränderung der Märkte und Wertschöpfungsketten.

Das Kapitel „4 Internet der Dinge - Internet of THINGS (IoT)“ beschreibt, was IoT ist, seine Bedeutung für die Unternehmen und Kunden sowie das Marktvolumen des IoT.

Um die Aspekte des Einsatzes von IoT herauszufinden und zu erkennen, ist es wichtig, die Chancen, Risiken und Herausforderungen des IoT- Einsatzes zu erkennen und zu verstehen. Diese werden im Kapitel 5 „Chancen, Risiken und Sicherheit des IoT“ erklärt und beschrieben.

Um die IoT- Funktionsweise zu verstehen, muss man die IoT Enabling Technologie wie die IoT- Komponente kennenlernen, wie z.B. Cloud- Computing, Big Data, erweiterte Realität usw., sowie auch die Voraussetzungen für die Implementierung von IoT. Diese Technologien, Komponenten und Voraussetzungen werden im Kapitel 6 „Enabling Technology“ erklärt.

Den Einsatz von IoT beschreibt man als die Methodik zur Entwicklung von Smart Services, digitaler Produkte und Organisationsentwicklung. Die Methodik zur Entwicklung wird in Kapitel 7 „Methodik zur Entwicklung“ ab der Seite 40 beschrieben und erklärt.

Für den Praxisteil dieser Arbeit ist es notwendig zu wissen, wie der IoT-Einsatz und dessen Entwicklung im Messtechnikbereich im Allgemeinen durchgeführt werden – insbesondere, wie das IoT in der Messtechnik GmbH & CO KG eingesetzt wird. Dies wird im Kapitel 8 „Einsatz von IoT in Messtechnik GmbH & CO KG“ erklärt.

Es gibt verschiedene Methoden, um die Forschungsfrage zu beantworten, wie quantitative und qualitative Methoden, die Methoden Kriterien und die Datenerfassungsmethoden sowie auch die Zielgruppendefinition und die unterschiedlichen Befragungsmethoden wie Fragebogen und Interviews. Diese Methodenauswahl wird im Kapitel 9 „Methodenwahl“ zusammengefasst.

Nach der Datenerfassung von Befragungsmethoden werden die Daten im Kapitel 10 „Analyse“ analysiert und mit Hilfe von deskriptiver Statistik in Tabellen und Diagrammen dargestellt.

Durch die Datenanalyse werden die Aspekte des Einsatzes von IoT in der Messtechnik klar sein. Aufgrund der Ergebnisse der analysierten Daten im Abschnitt „Analyse“, wird die Forschungsfrage beantwortet. Die Aspekte des IoT-Einsatzes werden im Kapitel 11 „Ergebnisse“ beschrieben.

Zum Schluss wird ein Ausblick über diese Arbeit gegeben und erklärt, wie der IoT-Einsatz in der Zukunft verstärkt werden kann und inwiefern der Einsatz im Messtechnikbereich sowie auch in der Messtechnik GmbH & CO KG sinnvoll gestaltet werden kann.

2 MESSTECHNIK UNTERNEHMEN

"Für Liegenschaftseigentümer und Hausverwaltungen ist die Unternehmensgruppe Messtechnik ein kompetenter Partner in allen Fragen des Betriebes und der Finanzierung von Heizungsanlagen sowie der Verrechnung von Energie- und sonstigen Haus-Nebenkosten. Die komplette Dienstleistungspalette wird durch rechtlich getrennte, jedoch durch die Eigentümerstruktur eng verbundene Unternehmen angeboten " (Messtechnik 2019c).

2.1 Unternehmensprofil

"Vor mehr als vier Jahrzehnten als traditionelles Heizkosten-Abrechnungsunternehmen gestartet, versteht sich die Messtechnik heute als innovative Unternehmensgruppe für die effiziente Bereitstellung von Mess- und Verteilgeräten sowie für Dienstleistungen im Bereich von Wärme, Energie und Wasser. Kundennähe als gelebte Energiepartnerschaft gilt als oberste Leitlinie." (Messtechnik_2017_Feldkirchen Geschichte MT, 2017).

Die Messtechnik GmbH & CO KG wurde 1973 von Herrn DDr. Gradischnik und seiner Frau gegründet. Damals war „die verbrauchsbasierende Abrechnung [...] in Österreich noch nicht die Regel“, aber der enorme Umfang der Energie-Einsparungen war erkennbar. Laut DDr. Gradischnik sollte jeder Mieter bzw. Eigentümer nur seinen tatsächlichen Heiz- und Warmwasserverbrauch bezahlen und nicht, wie damals üblich, Pauschalen.

Die Messtechnik GmbH & CO KG ist also ein innovativer Energiepartner, der erweiterte Produkte und Dienstleistungen für den verantwortungsvollen Einsatz von wertvollen Ressourcen entwickelt. Die Firma beobachtet stetig die Entwicklung der Heizkosten, zeigt wärmetechnische Probleme auf und überwacht die Wirkungsgrade von Heizanlagen.

Die Messtechnik GmbH & CO KG hat seit der Gründungszeit viele effiziente und ganzheitliche Lösungen entwickelt und steht bereit, um ihre Kunden zu beraten und zu unterstützen.

Mithilfe des Sohnes – Christian Gradischnik – wurden Konzepte für die Optimierung und Ausweitung der Produkt- und Dienstleistungsangebote im Unternehmen entwickelt, z.B. die Datensammelstation DACOS (Data Collection System) als Herzstück des Fernablesesystems REDAC und die Entwicklung des elektronischen Heizkostenverteilers RU-2 (Radio unidirectional). Diese werden im Unternehmen entwickelt und produziert.

In Beziehung zu dieser Arbeit ist die Messtechnik GmbH & CO KG ein innovatives Unternehmen im Bereich Heizenergie- und Wasserverbrauch. Sie hat aber auch ihre eigenen Geräte basierend auf neuen Technologien und Markttrends entwickelt. (Messtechnik_2017_Feldkirchen Geschichte MT, 2017)

2.2 Geräteüberblick

Diese Arbeit befasst sich mit dem IoT- Einsatz im Unternehmen. Deshalb ist es auch nötig, die entwickelten Geräte sowie die Dienstleistungen, die auf dieser Entwicklung basieren, zu erläutern. Die Messtechnik GmbH setzt viele unterschiedliche Geräte ein, z.B. Geräte für Heizkostenverteiler, Wärmezähler, Wasserzähler usw. Im Rahmen dieser Arbeit werden 4 Geräte erklärt und in ihrer Funktionsweise beschrieben. Diese Geräte sind Heizkostenverteiler, Wärmezähler, Wasserzähler und DACOS. Die ersten drei Geräte sind digitale Geräte mit Funkfunktion, um eine Fernablesung zu ermöglichen. DACOS ist das Gerät mit einem GPRS-Link, das mit dem Internet verbunden ist, es sammelt die Daten von anderen Geräten und überträgt die Daten an den zentralen Server in der Messtechnik GmbH & CO KG. Diese Geräte und deren Funktionsweise werden in Punkt 8.5 im Detail erklärt.

2.3 Zusammenfassung

Die Messtechnik GmbH & CO KG ist ein innovativer Energiepartner, der erweiterte Produkte und Dienstleistungen für den verantwortungsvollen Einsatz von wertvollen Ressourcen entwickelt. Sie hat sich auch mit den neuen Technologien und Konzepten wie IoT beschäftigt, um effiziente und ganzheitliche Lösungen zu entwickeln. Die Firma hat ihre eigenen Geräte entwickelt, um die Marktanforderungen und die Digitalisierung von Daten und die Industrie 4.0 auch nutzen zu können. Diese Konzepte werden im nächsten Abschnitt 3 erklärt.

3 DIGITALISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0

"Digitalisierung ist der Einsatz digitaler Technologien, um ein Geschäftsmodell zu verändern und neue Umsatz- und Wertschöpfungsmöglichkeiten zu schaffen. Es ist der Prozess des Umstiegs in ein digitales Geschäft." (Gartner, 2019b).

3.1 Was ist Digitalisierung?

Digitalisierung ist die Umwandlung von analogen Objekten, Bildern oder Dateien in ein digitales Format. Sie ist ortsunabhängig, was zu einer Flexibilität zwischen Systemen führt, da man nur Computer und Internet braucht, um die Dienste abzurufen. Digitalisierung ist weit verbreitet in verschiedenen Bereichen wie E-Learning, Management, Messtechnik usw.

Digitalisierung führt zu großen Änderungen in Marktsituation, Wettbewerb sowie auch im Ablauf der Unternehmen, da die Vernetzung von Geräten und Internet zu neuen Herausforderungen der Unternehmen führt, z.B. im Bereich der Unternehmensstruktur und im Management, der Informationsverarbeitung sowie auch in der Produktentwicklung und -gestaltung (Mariam Abdullah, 2018).

Darüber hinaus gibt es eine fortgeschrittene Weiterentwicklung von mobilen Geräten wie Tablets und Smartphones sowie auch in der Kommunikationstechnologie. So können wir durch die neu entwickelten Systeme jederzeit miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Diese Technologie hat eine große Auswirkung bei der Weiterentwicklung von Informationstechnologien in verschiedenen Bereichen, wie Landwirtschaft, Messtechnik, Smarthome, Medizin usw.

Diese Änderungen führen zu neuen Umsetzungen, neuen Geschäftsmodellen und auch zu Verbesserungen von Prozessen im Unternehmen (Dietmar Gaar, 2018). Die Jyväskylä sagt, dass der größte Teil der Erträge mit 959 Milliarden Dollar mit Geräten des Typs „machine to machine“ erwirtschaftet wird. Zum Vergleich: 2013 waren es etwa 225 Milliarden (Statista, 2019e).

3.2 Potenziale der digitalen Transformation

Abbildung 1 zeigt, dass die Marktforschung im Bereich der digitalen Transformation Nachzügler ist. Die Potenzialbewertung kann durch zwei Kennzahlen gebildet werden, diese sind (Borgmeier, Grohmann & Gross ,2017):

1. Volkswirtschaftliches Potenzial in Euro
2. Anzahl der verbundenen Geräte mit dem Internet.

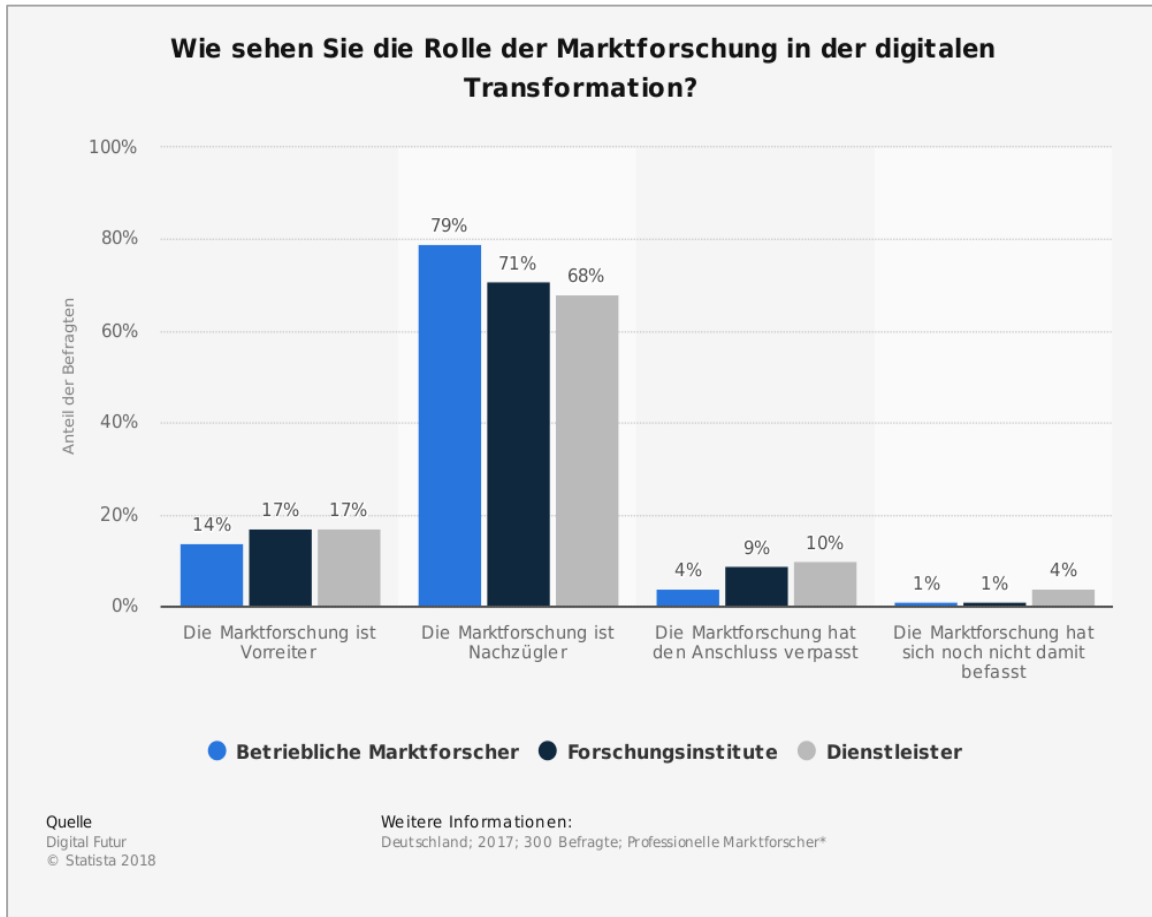


Abbildung 1: Umfrage zur Rolle der Marktforschung in der digitalen Transformation 2017 (Statista, 2019d)

Borgmeier et al. (2017) haben berechnet, dass in Deutschland das volkswirtschaftliche Potenzial der Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik, Landwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Technologie und Chemische Industrie bei jährlich 28 Milliarden Euro liegt. Das heißt, die Digitalisierung hat einen positiven Einfluss auf das volkswirtschaftliche Potenzial.

Für die zweite Kennzahl hat die finnische Jyväskylä Universität die verbundenen Erträge der Geräte mit dem Internet seit 2010 und die möglichen Erträge, die es 2020 geben könnte, berechnet (Abbildung 2). Diese Universität sagt, dass der größte Teil der Erträge in Maschine-zu-Maschine-Geräten mit etwa 950 Milliarden Dollar liegt. Zum Vergleich: 2013 lag der Ertrag bei etwa 225 Milliarden Dollar (Statista, 2019f).

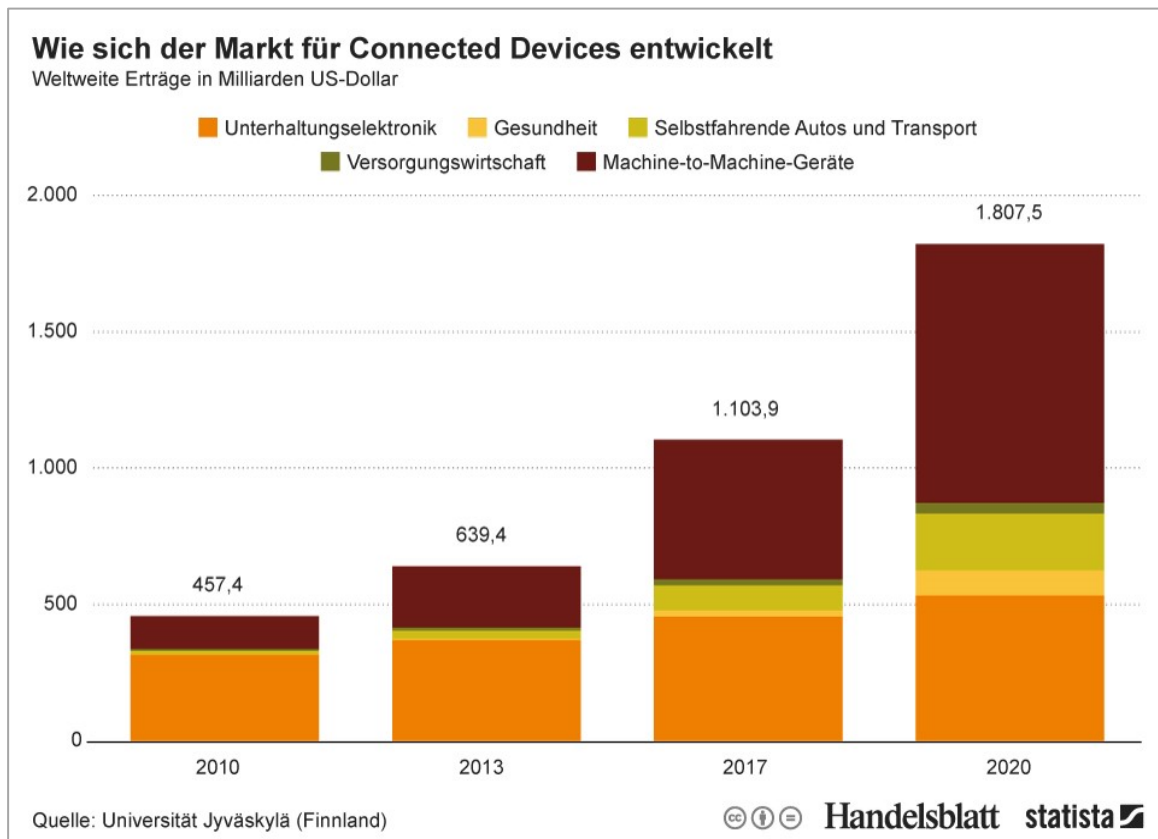


Abbildung 2: Weltweite Erträge im Markt für verbundene Devices in Milliarden US-Dollar (Statista, 2019b)

Die digitale Transformation und die Vernetzung von Gesellschafts- und Lebensbereichen basieren auf vier Elementen. Diese Elemente kommen zusammen durch eine Reihe von technischen Konzepten und Lösungen und führen dadurch zu möglichen Leistungsangeboten. Diese vier Elemente sind:

1. Digitale Daten: Diese ermöglichen die Informationserfassung, -ausbreitung und -analyse, daraus folgen schnellere und bessere Vorhersagen und Entscheidungen.
2. Automatisierung: Die Klassische Technologie wird mit künstlicher Intelligenz verbunden.
3. Vernetzung: Diese beschreibt die Wertschöpfungskettensynchronisation über Datenübertragungstechnologien und die Ausprägung des Produktionszyklus'.
4. Digitaler Kundenzugang: Dies beschreibt die potenziellen Kunden mit Leistungen durch Direktansprache, was ermöglicht den Eintritt der Intermediären in den Markt, z.B. neue Angebote von E-Commerce oder neue Dienstleistungen. (Schallmo, Rusnjak und Anzengruber, 2017)

3.3 Industrie-4.0-Konzept

Die Industrieverbände Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM), Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) und Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) haben gemeinsam Industrie 4.0 unter dem Titel

"Plattform Industrie 4.0" wie folgt definiert: „Das Konstrukt Industrie 4.0 bezeichnet eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus der entsprechenden Produkte hinweg. Grundlage dafür bilden die Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Einheiten in der Wertschöpfungskette sowie die Verfügbarkeit relevanter Informationen in Echtzeit, um einen optimalen Wertschöpfungsfluss zu ermöglichen. Diese Optimierung kann je nach Zielsetzung im Hinblick auf die Kosten-, Anlageverfügbarkeits- oder Ressourcensituation geschehen. Entscheidend für die neue Qualität der Wertschöpfung ist die dynamische und echtzeitoptimierte Selbstorganisation unternehmensübergreifender Wertschöpfungsnetzwerke im Rahmen von Industrie 4.0.“ (Schallmo et al., 2017, S.62).

In der digitalen Transformation erscheint auch der Begriff Industrie 4.0. Dieser beschreibt die Industrie-4.0-Revolution in der IKT und Internet of Things (IoT). Darunter versteht man die Digitalisierung der Industrie. Das bedeutet die Automatisierung von Kommunikation zwischen Menschen, Maschinen und Ressourcen. Das Ziel davon ist die horizontale und vertikale Integration der Wertschöpfungskette sowohl mit den Kunden als auch mit den Zulieferern (Borgmeier et al., 2017).

"Darüber hinaus birgt Industrie 4.0 aus unternehmerischer Sicht sehr hohe Effizienzpotenziale, sowohl in der Produktion als auch im Managementsystem. Ermöglicht werden soll dies unter anderem durch optimierte Koordinationsprozesse und die daraus steigende Flexibilität und die Verringerung von Durchlaufzeiten sowie durch eine bessere Transparenz der Lagerbestände und Auftragsabwicklung." (Borgmeier et al. 2017, S. 12–13).

3.4 Zusammenfassung

Die Digitalisierung führt zu einer interessanten Wandlung in Produktion und digitalen Geschäftsmodellen, auch die digitale Transformation spielt eine große Rolle bei der Veränderung der Märkte und Wertschöpfungsketten. Die verarbeitenden Gewerbe der Maschinen sowie auch das Ingenieurwesen verursachen große Veränderungen in Wirtschaft und Wissenschaft.

Die große Veränderung durch Digitalisierung, Vernetzung und Produktionssystemautomatisierung führte zu einer Vielzahl von Änderungen in industriellen Wertschöpfungsprozessen und stellt auch die zukünftige Gestaltung der Produkte, Organisationen und Dienste vor wesentliche Herausforderungen. (Buchholz, Ferdinand, Gieschen und Seidel, 2017)

Im nächsten Kapitel wird beschrieben, wie die Digitalisierung und Industrie 4.0 zur Entwicklung von neuen Geräten führte, die mit dem Internet verbunden werden können und zusammenarbeiten. Kommunikation und Datenübertragung unter einem Regenschirm heißt „Internet der Dinge“. Es wird erklärt, was das IoT ist und welche Bedeutung für das Unternehmen und die Kunden, sowie auch welches Marktvolumen sich daraus ergeben.

4 INTERNET DER DINGE - INTERNET OF THINGS (IOT)

„The Internet of Things concept has evolved rapidly in recent years. It can be seen as an umbrella term for interconnected technologies, devices, objects and services. Nevertheless, after many years of heavy discussion, there is still no clear and common definition of the concept. And yet the application scenarios and market opportunities offered by objects communicating actively and autonomously extend far beyond the foreseeable horizon.“ (Bassi, Bauer, Fiedler, Kramp, van Kranenburg, Lange und Meissner, 2013, S. 13)

Nach den neuen Änderungen aufgrund der Digitalisierung und Industrie 4.0 verändert sich die Arbeitslebensweise, da viele Menschen ohne festen Arbeitsplatz arbeiten sowie mit unterschiedlichen Endgeräten in Berührung kommen. Viele Menschen benutzen dabei mobile Endgeräte. Das moderne Arbeitsleben konfrontiert mit neuen Aufgaben, wie z.B. Unterstützung zu jeder Zeit und an jedem Ort. Diese Unterstützung besteht heutzutage aus einer Internetverbindung und integrierten Geräten, die über das Internet kommunizieren und Daten übertragen können, um die Arbeitsaufgaben erledigen zu können (Bullinger und Hompel, 2007).

4.1 Was ist IoT?

“The Internet of Things (IoT) can be defined as an arrangement of interconnected and well-organized computing devices, objects, mechanical & digital machines, animals or people that are given with distinctive identifiers/codes with an ability to allocate data over a network without requiring human-to-human or human-to-computer interaction. The scope of IoT has seen a drastic upliftment in the global Internet of Things market with a wide range of applications.” (Verified market research, 2018)

In den letzten Jahren wächst das "Internet der Dinge" -Konzept schnell. Es ist wie ein Oberbegriff für Geräte, Technologien, Objekte und Dienste, die miteinander verbunden betrachtet werden. Das Konzept ist vor allem aus der Konvergenz verschiedener technologischer Entwicklungen und Bereiche entstanden. Es hängt von Technologien wie Radio-Frequency IDentification (RFID), sowie von Sensoren und Aktuatoren die miteinander vernetzt sind. In den frühen 2000er Jahren wurde RFID-Technologie für die Logistikbranche entwickelt, um Waren nachverfolgen zu können. Gleichzeitig wurde an Sensornetzwerken und miniaturisierten intelligenten Systemen geforscht. Die Sensoren werden kleiner und die Rechnerleistung stärker. Es waren nur innovative Lösungen für spezifische Anwendungsfälle entwickelt, aber es gab keine echte Interoperabilität und Interkonnektivität zwischen verschiedenen Anwendungsbereichen (Bassi et al., 2013).

"Das "Internet of Things" (IoT) ist eine neue Technik, die "Things", also "Dinge", über das Internet miteinander und mit zentralen Komponenten vernetzt." (Heller und Teschemacher, 2018a, S. 15)

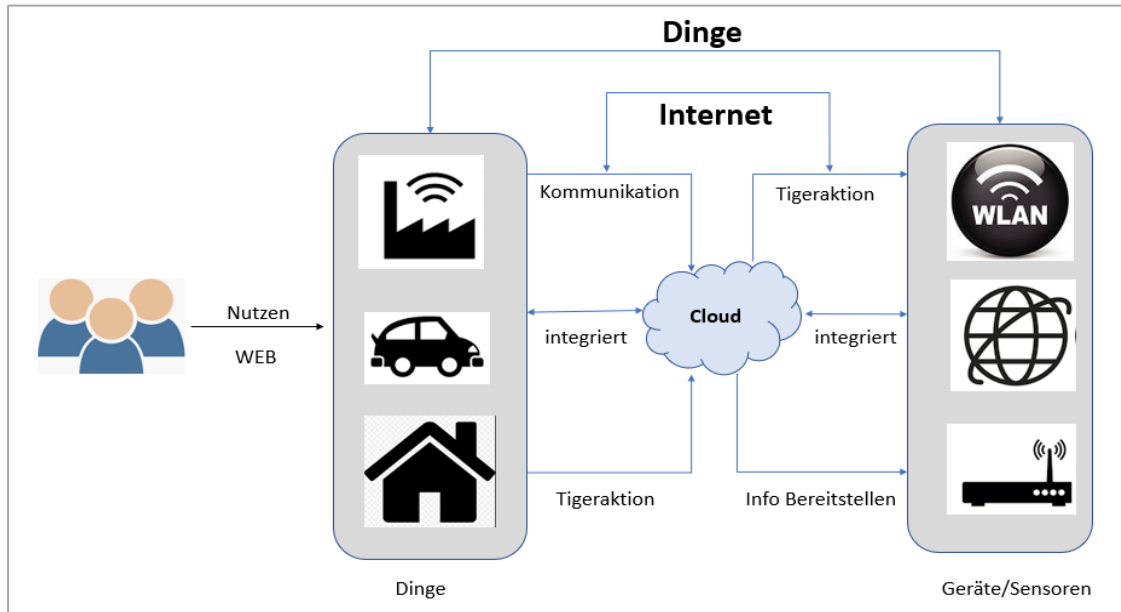


Abbildung 3: IoT-Architektur (in Anlehnung an Heller und Teschemacher, 2018a, S. 16)

Müller (2016) hat die Idee des IoT so erklärt: Durch direkte Verbindungen der Dinge mit Computer- und Netzwerkkomponenten mit dem Internet können Daten und Informationen verarbeitet und gesammelt werden.

Also man kann sagen, dass das Internet der Dinge ein riesiges Netzwerk mit Milliarden von vernetzten Gegenständen ist. Es ermöglicht den Menschen Verbindungen mit z.B. Smartphones, Tablets, Maschinen, Automobilen, usw. Eine Technologie wie RFID ermöglicht die Verbindung zwischen virtuellem und physikalischem Wert. RFID-Technologie wird als Empfänger-Sender-System beschrieben. RFID, von Anfang an, befähigt den Gegenstand zu wissen wohin er gehen soll und wie er dort hingelangt (Braun, 2017).

4.2 Bedeutung für Nutzer und Unternehmen

Das Internet hat das Kundenverhalten verändert, da die Menschen, die sich an die neue Technologie des Internets und des IoT gewöhnt haben, nicht mehr bei jenen Anbietern kaufen bzw. diese nutzen werden, deren angebotenen Dienstleistungen und Produkte diese Technologien nicht aufweisen können (Andelfinger und Hänisch, 2014).

Dieses veränderte Kundenverhalten spielt eine große Rolle für die Veränderungen in Unternehmen, für die Prozesse, Struktur, Ablauf und Produkte sowie auch für die Erstellung von Geschäftsmodellen.

Die Unternehmen, die am Markt vertreten sind, stehen in einem stetigen Wettbewerb. Damit die Unternehmen Erfolg schaffen und erfolgreich bleiben, müssen sich diese auch kontinuierlich an ihr operatives Handeln anpassen, ihre Strategie angleichen und die neuen Technologien nutzen. Einer dieser Trends für Veränderung ist die Digitalisierung. Digitalisierung ermöglicht es, den Einsatz von neuen technischen Möglichkeiten in Unternehmen als Wettbewerbsvorteil zu nutzen.

Die Ergebnisse dieser Umwandlung kann man in verschiedenen Branchen anschauen und beobachten, wie sich viele traditionelle Produkthanbieter zu Serviceanbietern umwandeln.

Im Zuge der Digitalisierung wurden auch die Produktion und Produktherstellung verändert, z.B. das Thema "Low-Cost-Standorte", als die weltweiten Produktionsorte zunehmen, um die günstigen Lohnkosten zu bezahlen.

Wie in Punkt 4.2 erwähnt, verändert sich auch das Kundenverhalten, wenn den Kunden neue Anforderungen geboten werden, hierzu ein Beispiel: Der Kunde will individuelle Produkte kaufen und die Bestellung innerhalb eines Tages erhalten. Hier wird deutlich, dass sich die Unternehmen an Kundenanforderungen anpassen und kundenorientiert arbeiten müssen. Dies kann geschehen durch den Einsatz von neuen Technologien in der Produktionstechnik und die Unterstützung des IT für die Anpassungen.

Ein Beispiel dafür ist die Automobilindustrie, in der die Kunden in der Zukunft nicht mehr Autos kaufen, sondern sich Mobilität als Dienstleistung aneignen, z.B. Leasingangebote (Müller, 2016).

Ein weiteres Beispiel ist der Messtechnikbereich, z.B. werden viele Geräte von klassischen zu digitalen Geräten umgewandelt. Für diese klassischen Geräte braucht es immer die Techniker, die in Häuser oder Wohnungen gehen müssen, um die Werte abzulesen. Die digitalen Geräte – sogenannte Funkgeräte – hingegen lesen die Werte automatisch ab und transferieren diese.

In den nächsten Kapiteln werden die Umwandlung und Entwicklung von Produkten, Diensten und Prozessen in Unternehmen erklärt und beschrieben.

Hüning (2018) hat die Ziele von Automatisierung aufgezählt. Diese Ziele können für den Endnutzer und Unternehmen sinnvoll, sein und sind:

- Produktivitätssteigerung
- Reduktion der Kosten
- Reduktion von Arbeitszeit und -weise
- Geringere Energieeinsatz
- Verbesserung von Qualität- und Zuverlässigkeit und höhere Produktionssicherheit

4.3 Marktvolumen der IoT

"Bis 2020 können Schätzungen zufolge weltweit bereits 75 Milliarden Geräte vernetzt sein, 2030 mehrere hundert Milliarden. Das Marktvolumen des Internets der Dinge wird bis zum Jahr 2020 auf 1,9 Billionen Euro geschätzt". (Ziekow, 2018)

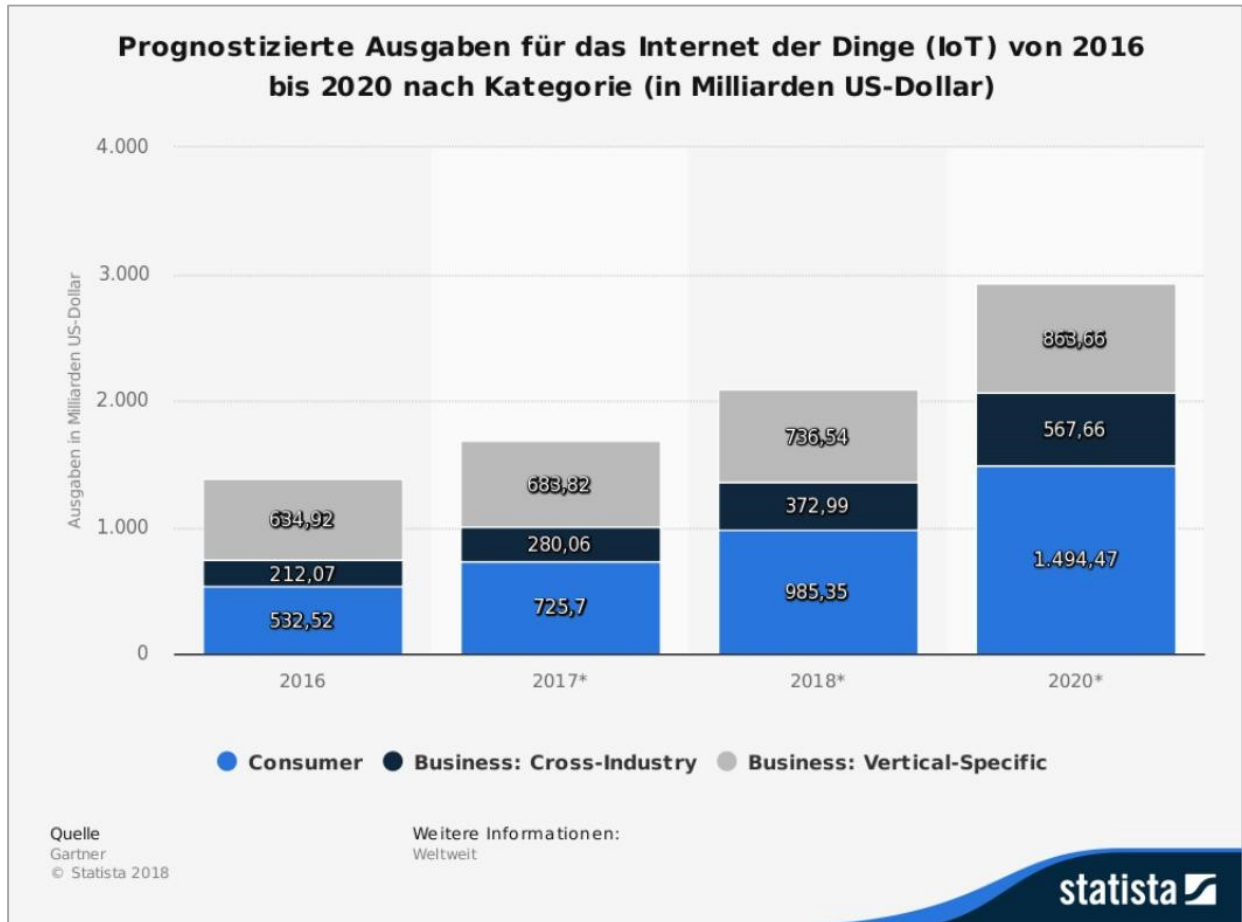


Abbildung 4: Prognostizierte Ausgaben für das "Internet der Dinge" (IoT) weltweit bis 2020 (Statista, 2019c)

Das IoT ist der Schlüsselstein für mehrere Organisationen, da das IoT die digitale Transformation zur Verfügung stellt sowie es auch ermöglicht, bei der Aktualisierung und Verbesserung der existierenden Prozesse neue Geschäftsmodelle zu erstellen. Die Organisationen, die an IoT interessiert sind, entwickeln Strategien, um effiziente Produkte und Lösungen finden zu können (Fortune Business Insights, 2019).

Die Abbildung 5 zeigt verschiedene Bereiche, die sich im Jahr 2018 mit IoT beschäftigt haben. Dabei wird deutlich, wie IoT in den verschiedenen Segmenten von den Endnutzern eingesetzt wurde.

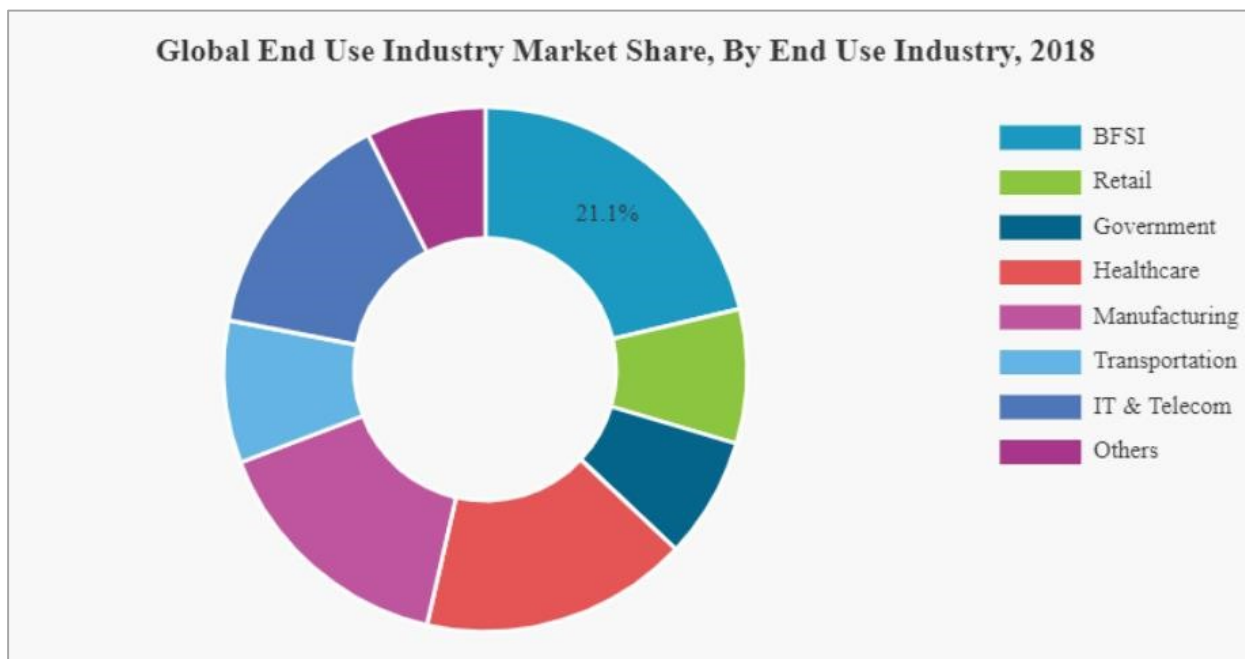


Abbildung 5: globale Endnutzer Industrie Marktanteil 2018 (Fortune Business Insights, 2019)

Wie im Abschnitt Messtechnik Unternehmen erwähnt, wird die Anzahl der entwickelten Geräte immer höher sein. Es gibt auch Dienste, welche auf digitale und IoT basierte Produkte aufgebaut sind, wie z.B. das Web Monitoring Service (WebMon) im Fall von Meßtechnik GmbH. Hier handelt es sich um ein Web Portal für den Hausverwalter sowie die Endnutzer, um die Verbrauchsdaten kontrollieren und dadurch Transparenz herstellen zu können. Dieses Service wird im Kapitel 8.5.2 näher erklärt werden.

4.4 Zusammenfassung

In den letzten Jahren wuchs das „Internet der Dinge“ -Konzept schnell. Es ist wie ein Oberbegriff für Geräte, Technologien, Objekte und Dienste, die als miteinander verbunden betrachtet werden. Das IoT finden sich in allen Branchen. Ein wesentlicher Vorteil für die Unternehmen ist es, dadurch ihre Arbeitsweise zu verbessern, mehr Flexibilität zu haben und Kosten zu reduzieren. Eine weitere Bedeutung ergibt sich aus Sicht der Kunden, da die Menschen, die sich an die neue Technologie des Internets und des IoT gewöhnt haben, nicht mehr bei anderen Anbietern kaufen bzw. diese nutzen werden, wenn die angebotenen Dienstleistungen und Produkte jene Technologien nicht aufweisen können. Das Unternehmen orientiert sich an den Kundenanforderungen, z.B. dem Wunsch, individuelle Produkte zu kaufen oder die Bestellung innerhalb eines Tages zu erhalten. IoT hat auch ein großes Marktvolumen, wie in Punkt 4.3 erwähnt. Schätzungen zufolge wird bis 2020 ein Marktvolumen von 1,9 Billionen Euro erwartet.

IoT wird folglich überall eingesetzt und hat eine Auswirkung auf alle Branchen, Unternehmen und Kundenwünsche. Daher es ist wichtig, sich der Risiken, Chancen und Sicherheitsmaßnahmen bewusst zu sein, um die Qualität der entwickelten Geräte, Dienste oder Produkte zu halten, die von IoT abhängig sind, diese zu integrieren und Fehler zu vermeiden. Auch die Chancen sollten gut genutzt werden. Diese Themen werden im nächsten Abschnitt erklärt und beschrieben.

5 CHANCEN, RISIKEN UND SICHERHEIT DES IOT

Der IoT-Bereich hat viele Herausforderungen für Unternehmen verursacht. Dies betrifft sowohl die notwendigen Änderungen im laufenden Betrieb sowie auch die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen. Bestehende Produkte sollen angepasst und neue, innovative Technologie zum Einsatz kommen (Erner, 2018).

5.1 Chancen

Es scheint als ob es unbegrenzte Chancen des IoT-Einsatzes gibt. Die Prognosen zeigen das große Potenzial des IoT-Einsatzes, wie in Abbildung 4 und Abbildung 5 deutlich wird. Beispielsweise gibt es in den Bereichen des Business to Business (B2B) sowie der Fertigung einen großen Einsatz des IoT, um Prozesse automatisieren zu können. Dadurch werden Kosten eingespart und die Effizienz gesteigert werden. In Zukunft sollen die Produkte und Dienstleistungen, die täglich gebraucht werden, für den Nutzer vereinfacht werden, wodurch sich die Akzeptanz der Vernetzung im Kundensegmenten steigern soll.

Die Hardware-, Software- sowie die Geräteentwicklung werden profitieren. Die Anbieter von Anwendungssystemen sowie von Verbrauchs- und Konsumgütern werden sich an den Kundenwünschen orientieren.

Das wirtschaftliche Potenzial des IoT für viele Unternehmen ist sehr groß und bietet viele Chancen. Es gibt aber auch Risiken, die offen und transparent sind, diese sollen im Punkt 5.3 Risiken erklärt werden.

Die Messtechnik GmbH & CO KG hat die Chance gehabt, als Firma neue Produkte wie RU-2, Wasserzähler usw. und neue Dienste wie WebMon zu entwickeln. Dadurch konnte sie auf Änderungen im Prozess der Ablesung sowie auf die Arbeitsweise der Techniker und Entwickler Einfluss nehmen. Die Firma hat auch mehrere bestehende Dienste in dem Bereich Business to Client (B2C) geändert wie das RU-2, welches für Kundenzwecke entwickelt wurden. Dieses wurde angepasst und weiterentwickelt, um den neuen Anforderungen der Kunden gerecht zu werden sowie neue Bedürfnisse zu schaffen.

Das IoT stellt ein großes Netzwerk mit Milliarden oder Billionen von Dingen dar, die miteinander verbunden sind. Dadurch ergibt sich die umfassende Nutzung schon vorhandener Technologien sowie die Schaffung neuer Kommunikationsmodi. Es verbindet die virtuelle Welt mit der physischen Welt durch verschiedene Konzepte und technische Komponenten, wie z.B. durchdringende Netzwerke, mobile Kommunikation sowie echo Systeme. Das IoT hilft auch bei der Untersuchung komplexer Prozesse und Zusammenhänge. Bezüglich der Interaktion zwischen der realen/physischen und der digitalen/virtuellen Welt werden neue Chancen entwickelt, welche den Geschäftsanforderungen gerecht werden. Neue Dienste werden auf der Grundlage von Echtzeitdaten der physischen Welt entwickelt und erstellt. (Chen et al., 2014b)

Wir befinden uns in einer neuen Richtung, welche "ubiquity" genannt wird. Damit ist gemeint, dass die Anzahl der Internetnutzer bereits eine Milliarde beträgt. Die Anzahl der mit dem Internet verbundenen Geräte übersteigt dabei bei weitem die Anzahl der Nutzer selbst. In diesem Zusammenhang kommt die Bedeutung, welche das Internet der Dinge in Zukunft einnehmen wird, deutlich zum Ausdruck (vgl. Abbildung 6).

Laut eines Berichts mit dem Titel "The Internet of Things Business Index: A quiet revolution gathers pace" 30% der Geschäftsführer glauben, dass das IoT neue Chancen erschließen kann. 29% sind der Meinung, dass IoT führe zu neuen Arbeitserfahrungen und 23% glauben, dass das IoT Änderungen in den Arbeitsweisen mit sich bringen werde. Weiter zeigt die Studie auf, dass sich europäische Unternehmen in Richtung der Implementierung des IoT bewegen. (Mukhopadhyay, 2014)

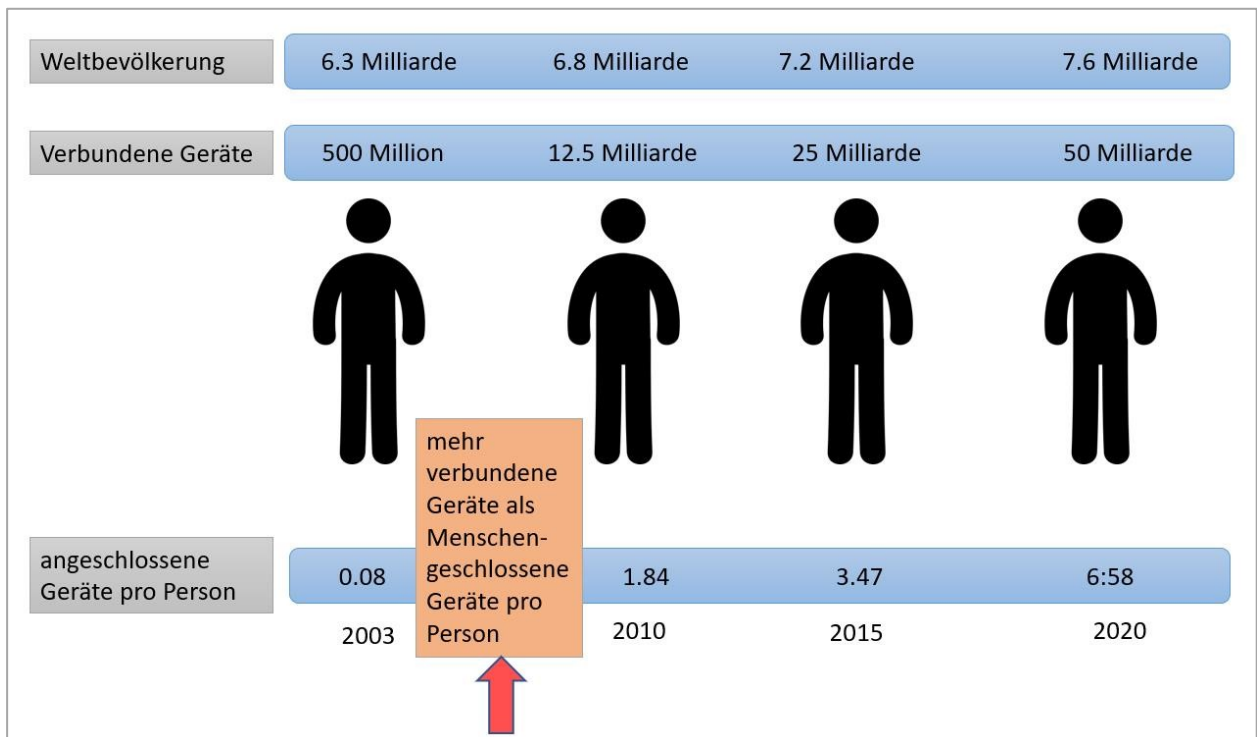


Abbildung 6: der Vergleich der angeschlossenen Geräte mit der menschlichen Bevölkerung (in Anlehnung an Mukhopadhyay, 2014, S. 4)

Der Economist Intelligence Unit-Bericht (2013) zeigt, dass fünf Aktionen in Unternehmen zur Steigerung der IoT Nutzung führen. Diese sind:

- Lernen von Erfolg und Misserfolg
- Beratung durch Experten
- Mitarbeiterschulung für die Arbeit mit IoT
- Mitarbeiter mit IoT Fähigkeiten fördern
- Forschung zur Etablierung des Marktes durchführen

Der Bericht zeigt aber auch fünf Hindernisse auf, die bei der Nutzung von IoT für Unternehmen entstehen können:

- Mangel an Fähigkeiten bzw. Kenntnisse der Mitarbeiter
- Wissens- bzw. Engagementmängel der Geschäftsleitung in Bezug auf IoT
- Kein offensichtliches IoT-Element in den Produkten oder Dienstleistungen
- Unklare Industriestandards in Bezug auf IoT
- Hohe Kosten für die Investitionen in die IoT-Infrastruktur

Im Zuge der Entwicklung von IoT basierten Systemen sind die Entwickler auf mehrere Herausforderungen gestoßen, wie z.B. die Internetverfügbarkeit, Miniaturisierung, Wireless Sensor Networks (WSN), von dem IoT abhängig ist, sowie Radio Frequency Identification Devices (RFID). Es gibt viele kabellose Geräte mit unterschiedlichen Funktionen. Diese stellen eine Weiterentwicklung der Smartsensoren dar. Sie haben mehrere Vorteile wie Kostensparen, Flexibilität, leichte Installation und Ersatzmöglichkeit.

Die Herausforderungen des IoT können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Internetverfügbarkeit
- Sicherheit
- Kostengünstig
- Energie
- Computerfähigkeit
- Skalierbarkeit
- Fehlertoleranz
- Energieverbrauch
- Akzeptanz in der Gesellschaft

Der Erfolg der IoT ist völlig von der Verfügbarkeit des Internets abhängig. Die Pläne mancher Staaten diesbezüglich, wie Taiwan und China, welche annahmen, dass sie es in den nächsten Jahren schaffen würden, sind anzuzweifeln. Die Verfügbarkeit des Internets überall und zu jederzeit erfordert sehr große Investitionen. In Relation zur Internetverfügbarkeit entsteht das Thema Sicherheit. Das bedeutet, dass das Internet ohne Sicherheiten zu Risiken und Bedrohungen führen kann. Abhängig von der Sicherheit sind auch die WSN. Diese können gefährlich genutzt werden, indem man illegale kabellose Sensoren mit Rechnern verbindet und private Informationen extrahiert. (Mukhopadhyay, 2014)

Die Herausforderungen der Messtechnik GmbH & Co KG in den Bereichen Wasserverbrauch sowie Energie- bzw. Wärme werden in nächsten Kapiteln: Enabling Technology und Einsatz von IoT in Messtechnik GmbH & Co KG beschrieben.

5.2 Risiken

Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung bringen ständig neue Möglichkeiten mit sich. Immer mehr Lebensbereiche werden durch die digitale Transformation verbessert, wobei die Vernetzung immer von den vorhandenen Informationstechnologien abhängig ist. Viele Unternehmen werden in Zukunft die bestehenden Systeme und Strukturen durch Informationsverarbeitung optimieren und in Bezug auf IoT neugestalten. Wenn man an das IoT denkt, kann man sich einerseits zunehmend "intelligente Endgeräte" und die damit verbundenen Chancen für die Zukunft vorstellen, andererseits kommen aber auch Bedenken bezüglich der Risiken in diesem Bereich auf, da man die Auswirkungen derzeit nicht umfassend einschätzen kann (Bartsch und Frey, 2017).

Die Vernetzung von Geräten mit dem Internet macht das Leben leichter und bequemer, aber es bringt auch etliche Gefahren mit sich. Die Geräte, die mit dem Internet verbunden sind, erfassen und analysieren die Daten für weitere Aktionen. Das IoT bildet also ein Netzwerk, in dem die vernetzten Geräte automatisch "intelligent" funktionieren und die Menschen dabei nichts zu tun haben, außer sich zurückzulehnen und davon zu profitieren. Aber der neu gewonnene Komfort muss unbedingt in Zusammenhang mit einer höheren IT-Sicherheit gewonnen werden, ansonsten werden die Smartdienste und -geräte als Einstiegstor für Hacker und Kriminelle dienen. Hier stellt sich die Frage, ob die Entwickler die vorhandenen Geräte mit älteren Mikrokontrollen erweitern können und damit cloudbasierte Internetverbindungen ermöglichen können oder ob sie neue Mikrokontroller entwickeln müssen, damit die Sicherheit optimal gewährleistet ist.

Im Jahr 2016 kam es zu einem gefährlichen Angriff, bei dem IoT-Geräte für Distributed Denial of Service (DDoS) ausgenutzt wurden. Diese Angriffe verursachten eine Lähmung für große Teile des Internets. Sie trafen mehrere Firmen, wie Amazon, Netflix, Spotify und noch einige weitere größere Unternehmen. Für die Entwickler und Unternehmer bedeuteten diese Angriffe nicht nur einen Imageschaden, sondern – bedingt durch die Ausfälle – auch einen beträchtlichen wirtschaftlichen Schaden. (Schreiber, 2019)

Die größten festgestellten Barrieren für die IoT-Einführung in der Industrie sind fehlende Standards sowie auch Datenanalysen und -dienste im Zusammenhang mit vernetzten Geräten. IoT-Systeme bringen verschiedene Risiken nicht nur in Bezug auf die Systeme selbst mit sich, sondern auch für die Nutzer der Systeme. Wenn beispielsweise Daten zwischen Systemen und Nutzern transferiert werden und diese ungenügend gesichert sind, besteht die Möglichkeit, dass Dritte diese Daten kopieren bzw. hacken können.

Verschiedene Risiken müssen gesteuert werden, um Cybersicherheitsprobleme, wie z.B. die erwähnten Cyberangriffe im Jahr 2016, wo IoT-Geräte wie Sicherheitskameras und andere Monitore gehackt wurden, lösen zu können. Für die Hersteller und Entwickler von Geräten ist der Transfer, die Nutzung und die Speicherung von Daten ein "Schlüsselthema". Weiters ist die Feststellung der benötigten Algorithmen, wie zum Beispiel jener, die die Bedrohung entdecken

können, wenn ein sensibles Video ohne Sicherung am Gerät bleibt, notwendig (Schwab und Pyka, 2019).

Die IoT-Risiken wie Datentransfer-, Cloud-, Verbindungskanal-, Netz- und Systemsicherheit betreffen nicht nur Unternehmen, sondern werfen auch bei Regierungen und Interessenverbänden folgende Fragestellungen auf:

1. Sicherheit für die Systeme
2. Verfügbarkeit des Systems, ob es vollständig verfügbar ist oder zumindest Teile des Systems
3. Datenschutz gegen Missbrauch, Verarbeitung, Weitergabe von persönlichen Daten sowie von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen. (Erner, 2018)

Die Tabelle 1 zeigt Beispiele solcher Technologien sowie die möglichen Risiken, die damit in Zusammenhang stehen können:

Technologie	Risiken
Internet der Dinge bezeichnet die Vernetzung von Sensoren bzw. Geräten mit dem Internet, es ermöglicht neue Themen wie Industrie 4.0, Smart Dienste und Gesundheitstracker usw.	IoT lässt nicht genügend Spielraum für die Sicherheit der Sensoren und Systeme. Sie können leicht von Cyberkriminellen gehackt, manipuliert oder gestört werden. Beispiel: Digitale Türschlösser, welche leicht durch Einbrecher oder fremde Smartphones geöffnet werden können, da der Schlüssel nur noch eine Software ist.
Cloud- Computing bezeichnet alle Dienste und Services, die aus einem Rechenzentrum erbracht werden und lokale Technologie ersetzen.	Wenn Cyberangriffe Cloud-Infrastrukturen betreffen, dann werden viele Kundeninfrastrukturen Schaden erleiden. Beispiel: das System eines Unternehmens wurde angegriffen, der eine Cloud betreibt. Die EU regelt die Sicherheitsanforderungen von Online-Marktplätze, -Suchmaschinen und Cloud-Computing -Diensten.

<p>Industrie 4.0 bezeichnet die zukünftige Digitalisierungsrevolution, wobei die Produkte und Dienste in Relation zum Kundenverhalten verbessert werden, da das Design von der Kundensicht abhängig ist.</p>	<p>Die Industrie 4.0 - Vernetzung kann von Cyberkriminellen missbraucht und manipuliert werden. Beispiel: die Konfiguration von Schweißrobotern kann manipuliert werden.</p>
---	--

Tabelle 1: Technologien und Risiken (Bartsch und Frey, 2017)

5.2.1 IoT-Sicherheit

"Security is the combination of people, policies, processes and technologies employed by an enterprise to protect its cyber and physical assets. Security is optimized to levels that business leaders define, balancing the resources required with usability/manageability and the amount of risk offset." (Gartner, 2019d).

Aufgrund dieser Definition wird deutlich, dass die Sicherheit drei Ebenen betrifft: Menschen, Prozesse und Technologie.

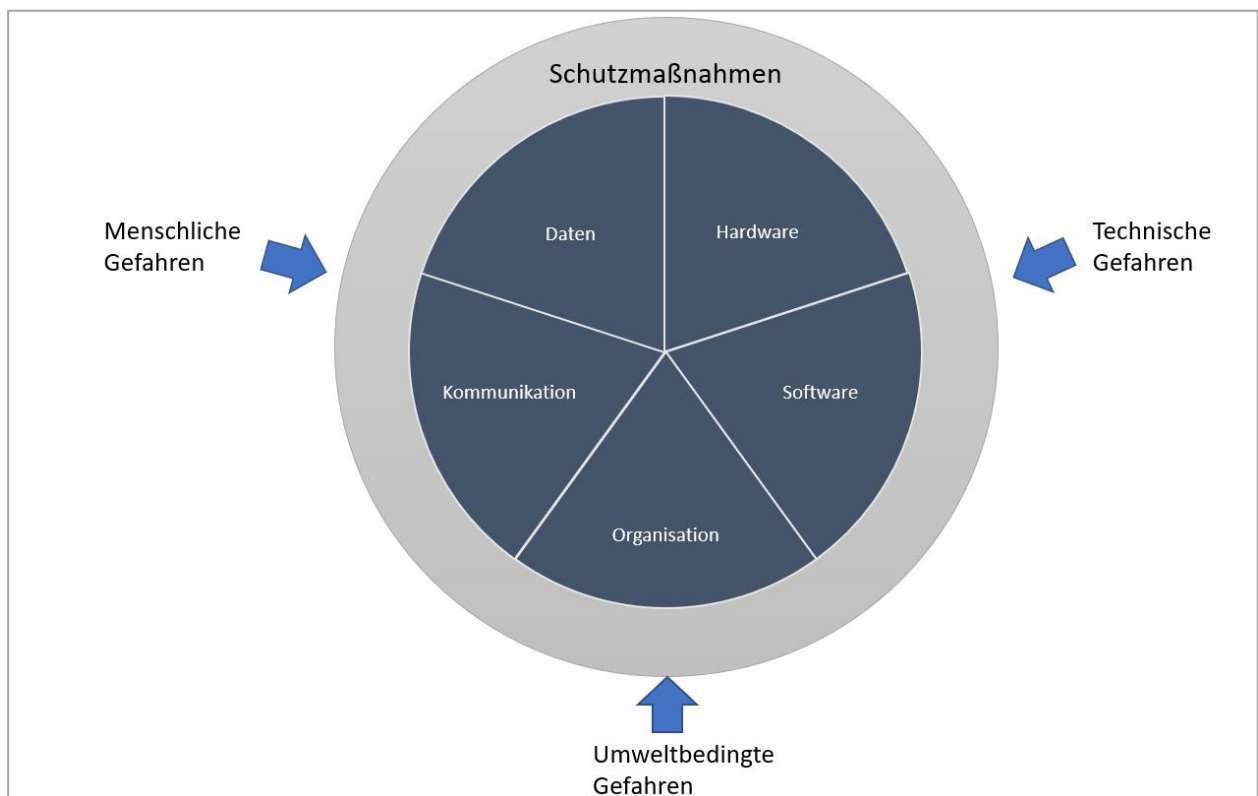


Abbildung 7: Gefährdung der Sicherheit der Informationsverarbeitung (in Anlehnung an Lassmann, 2006, S. 349)

Die Verknüpfung von Alltagsgegenständen, Maschinen in der Produktion oder Immobilien mit dem Internet hat die Abläufe von Prozessen sowie Produkte, Geschäftsmodelle und Dienstleistungen verändert. Das Wort „Smart“ kommt immer öfter vor, wie zum Beispiel SmartHome, SmartPhone usw. Die damit verbundenen Sicherheitsvorkehrungen gegen die

Risiken, die aus der Verbindung mit dem Internet resultieren, kommen in den Bereichen Netzwerkschutz, Geräteschutz, Nutzerschutz usw. zum Ausdruck. Daher nimmt das Thema „Security“ im Kontext der IoT-Technologien einen so großen Raum ein. Schließlich geht es darum, Daten sicher transportieren und vor Angriffen durch Sicherheitslösungen schützen zu können (Reiniger, Stanley, Coderre, Vaupel und Ehrschwendner 2018).

In folgendem Abschnitt werden die Grundlagen der IT-Sicherheit definiert sowie die Besonderheiten in Bezug auf die IoT aufgezeigt und entsprechende Lösungen vorgestellt.

5.2.1.1. Grundlagen

(Lassmann, 2006) erläutert die positiven Erwartungen an die neuen Möglichkeiten, wie die Vernetzung von Geräten/Computern, die Ausweitung von Geschäftsprozessen und die zunehmende Komplexität von Informationssystemen. Wie erwähnt, kommt es aber auch zu einer Gefahrenerhöhung durch Angriffe auf die Informationssysteme und Verringerung der Möglichkeiten zur Entdeckung des Täters. Da sich der Angreifer an jedem beliebigen Ort mit Internetzugang befinden kann, ist eine Erhöhung der Sicherheit im Bereich der IT von großer Bedeutung.

Lassmann hat die Ursachen für die Gefährdung in drei unterschiedliche Gruppen aufgeteilt, wie in der Abbildung 7 deutlich wird. Hier nun eine nähere Beschreibung:

1) Menschliche Ursachen:

- über Benutzungsfehler aufgrund von mangelnder Erfahrung mit den Zugriffsrechten oder durch die Überlastung der Nutzer sowie mangelnde Benutzerfreundlichkeit
- Ausfall von Informationsträgern wie z.B. dem Systemadministrator wegen Krankheit, Urlaub, Kündigung usw. In Folge wird das System nicht gewartet, wodurch der Zugriff nicht durchgehend gewährleistet sein könnte.
- Angriffe auf das System durch Hacker

2) Technische Ursachen:

- Überlastung, Qualitätsmängel der Hardware, falsche Installation usw.
- Software, falsche Konfiguration, Fehler im Programm oder Systemabstürze

3) Umweltbedingte Ursachen:

- Unfälle und Naturkatastrophen, wie Feuer, Stürme, Stromschwankungen usw. können das Informationssystem schädigen

- Kriege und lokale Unruhen

Die Gefährdungen können verschiedene Punkte im Informationssystem betreffen, wie die Hardware, die Software, die Daten oder die Organisation.

IoT-Sicherheit benötigt nicht nur physikalische Sicherung von IoT-Produkten, sondern auch nachgeordnete Dienste für Externe. Dabei stellt sich die Frage, welche Aspekte bei IoT-Produkten überhaupt abzudecken sind. Die Nutzer können den Hersteller schließlich verklagen, wenn das Produkt nicht den Sicherheitsstandards entspricht (Wendzel, 2018).

5.2.1.2. Lösungsansätze

Wie im Punkt 5.2.1.1 erwähnt, gibt es mehrere Punkte, welche das IoT gefährden können. Daraus ergeben sich viele Herausforderungen im IoT-Feld wie die Netzwerk-, Daten-, Hard- und Softwaresicherheit.

IoT-Geräte müssen im Netzwerk trotz der Herausforderungen sicher sein. Unternehmen können ihre Sicherheitsstrukturen durch intelligenten Netzwerkaufbau verbessern und so die Angriffsfläche minimieren:

- Netzwerksegmentierung, um die Sicherheitsbrücken zu limitieren z.B. durch die Aufteilung auf verschiedene VLANs. Dann können die IoT-Geräte ein eigenes Segment umfassen und von anderen isoliert werden.
- Eindeutige Verantwortlichkeiten über die gesamte Sicherheitsinfrastruktur, von der Beschaffung des Geräts bis hin zur Implementierung im Betrieb.

Zusätzliche geeignete Sicherheitslösungen:

- Dynamische Netzwerke, welche die Geräte befragen, identifizieren und kategorisieren. Zum Beispiel: Wenn das Gerät Daten ins Netzwerk sendet, erkennen und klassifizieren sie es, und zwar mit Hilfe automatisierter Policies.
- Durch Überwachung der Kommunikation zwischen Endpoints im Netzwerk, z.B. Erkennung von nicht-verwalteten Geräten.
- Incident Response Plattformen durch die Zusammenarbeit von Sicherheitskomponenten wie Firewall, SIEM (Security Information and Event Management) und EndPoints.
- Next-Generation Firewalls, die den Datenstrom überwachen, prüfen und protokollieren, z.B. die Nutzer- und App-Basis Zugriffe auf das Netzwerk beschränken. (Reiniger et al., 2018)

Die Messtechnik GmbH & CO KG hat mehrere Sicherheitsmaßnahmen gegen die möglichen Risiken implementiert. Die Geräte, die mit dem Internet verbunden sind, haben eine eigene VPN, also das eigene Segment, sowie auch eine Seriennummer, über die die Geräte identifiziert und eindeutig sind. Für den Datentransfer und den Austausch mit der Messtechnikzentrale nutzt die Firma eine Verschlüsselungsmethode, um sich vor Angriffen schützen zu können.

5.2.1.3. Kommunikation

Wie erwähnt, funktioniert die WLAN-Nutzung beim IoT über Protokolle und Netzwerke. Diese Protokolle sollen die spezifischen Anforderungen für IoT-Geräte erfüllen, weswegen diese andauernd weiterentwickelt werden. Gleichzeitig bleiben existierende Technologien wie HTTP bei den Geräten erhalten. Die Abbildung 8 zeigt drei Architekturniveaus mit vier Transmission Types (Balas, Solanki, Kumar und Ahad 2019):

1. Geräte zum Gerät (D2D)
2. Geräte zum Gateway
3. Gateway zum Datensystem
4. zwischen Daten und System

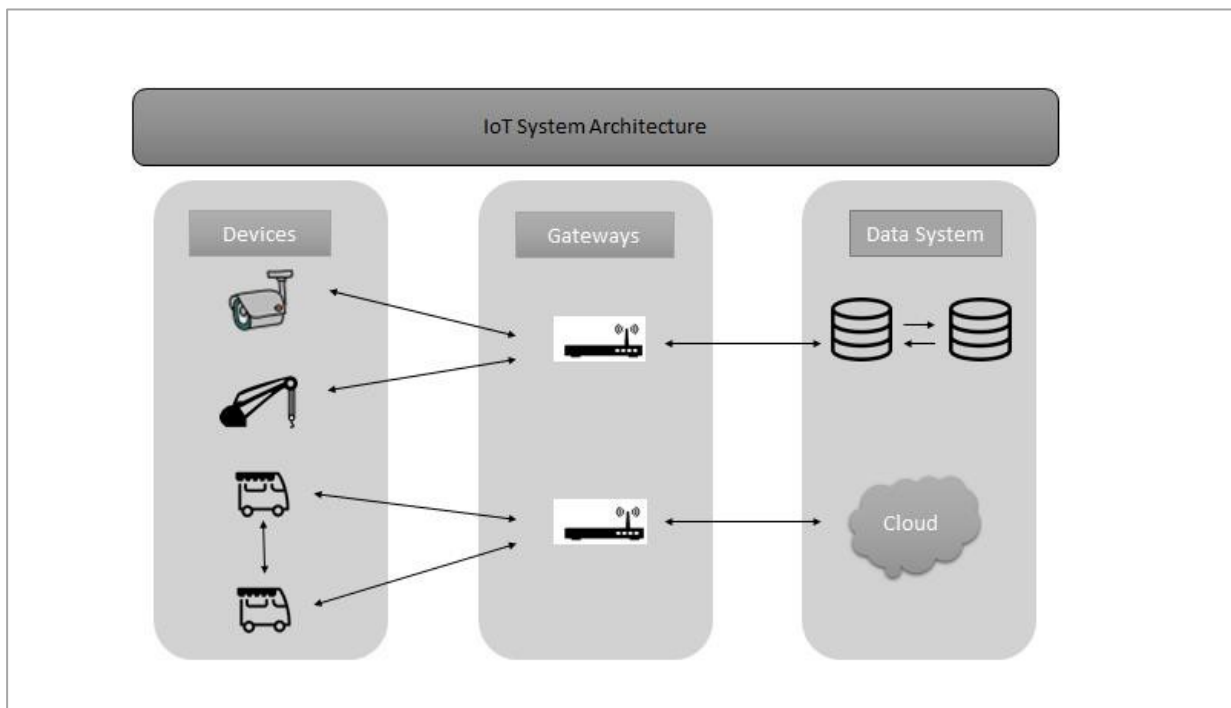


Abbildung 8: IoT Systemarchitektur (in Anlehnung an Balas et al., 2019, S. 120)

In der Firma Messtechnik GmbH kommen unterschiedliche Verbindungen zur Anwendung, je nachdem um welchen Typ es sich handelt. Bei der Kommunikation zwischen Funkgeräten wie RU-2 oder einem Wasserzähler mit der Zentrale DACOS-Station sowie bei DACOS-Stationen mit DACOS-GPRS-Link, der mit dem Internet zur Datenübertragung verbunden werden soll, besteht eine „Gerät zu Gerät Kommunikation“. Über DACOS-GPRS-Link (Gateway) werden Daten an die Messtechnikzentrale übertragen. Die übertragenen Daten werden geprüft und gespeichert sowie auch für weitere Nutzungen in anderen Bereichen wie die Verrechnung oder Web-Dienste verbreitet, wie in Abbildung 26 deutlich wird.

5.3 Zusammenfassung

IoT gibt dem Unternehmen weitreichende Chancen zur Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Produkten, Diensten oder Geräten, sowie zur Erleichterung der Arbeitsweise. So ist z.B. der Ableseprozess mit den neu entwickelten Geräten besser und einfacher geworden. Aber beim Einsatz von IoT gibt es auch Risiken, die aus unterschiedlichen Gründen von Menschen, Technologie und Umwelt resultieren können sowie Risiken, die aus der Kommunikation der Geräte entstehen können. Diese Themen, Chancen und Risiken müssen beim IoT- Einsatz beachtet werden, um die geeignete Technologie der Entwicklung auszuwählen. Es geht darum, die Chancen auszunutzen und die Risiken zu minimieren. Es gibt verschiedene Technologien, die den IoT-Einsatz ermöglichen. Diese Technologien sollen überprüft und im Hinblick darauf erörtert werden, welche von ihnen am besten zur Entwicklung im Unternehmen passt. Deswegen werden einige von diesen Technologien unter „IoT-Komponenten“ erklärt (siehe Kapitel Enabling Technology).

6 ENABLING TECHNOLOGY

"It makes me so happy getting a short message when the kids get off the school bus so I know they got home safely" (Madakam, 2015).

IoT ermöglicht das Konzept von Smart Systemen. Es sammelt enorme Datenmengen von unterschiedlichen Geräten, die mit dem Internet verbunden sind. Diese Datenmengen werden in Diensten von Smart Systemen verwendet (Gupta und Agrawal, 2019).

Um zu verstehen wie das IoT funktioniert und wie es die Verbindung, Datenübertragung und -verarbeitung von unterschiedlichen Geräten bewerkstelligt, muss man wissen, welche Komponenten, Infrastrukturen und Architekturen es gibt, welche die IoT-Arbeitsweise ermöglichen.

In diesem Kapitel werden die notwendigen Hauptkomponenten, Infrastrukturen sowie Architekturen für das IoT-Konzept genannt und beschrieben.

6.1 IoT-Komponente

Man kann sagen, dass das IoT eine Zusammenfassung verschiedener Technologien darstellt, die miteinander kooperieren, um die Interaktion und den Datenaustausch zwischen Dingen gewährleisten zu können. Es gibt fünf Komponenten in der IoT-Infrastruktur, die man wie folgt unterscheiden kann:

1. Die notwendigen Hardware-Geräte, die für die Datenerfassung und -übertragung sorgen.
2. Datenübertragung mit (Funk)Technologien: zur Übertragung von Daten an IoT-Plattformen mit der Verwendung von Protokollen.
3. IoT-Datenplattform-Technologie: diese ermöglicht die Verarbeitung von Daten, die von unterschiedlichen Geräten generiert werden.
4. Data Lake Datenspeicherkapazität: z.B NoSQL-Datenspeicher, der für große Datenmenge genutzt wird.
5. IoT Anwendungen, die Softwarekomponente: manche IoT-Anwendungen verwenden IoT-Daten in Echtzeit und andere nutzen IoT-Daten wie sie im Data Lake abgelegt wurden.

Diese Infrastrukturarten werden als "Cloud-Dienste" bezeichnet. Die Entwicklung des Nutzens der IoT-Daten geht in die Richtung von multipler Nutzung. Das bedeutet, dass IoT-Daten für verschiedene Anwendungen verfügbar sein sollen. In anderen Worten, wie die Ware in der Organisation gehandelt und in unterschiedlichen Kontexten verwendet wird. Zum Beispiel zeigt ein Sensor Temperatur und Luftfeuchtigkeit an. Diese Daten können einerseits zur Aktivierung von Lüftungssystemen und durch die Gebäudeleittechnik verwendet werden, andererseits

können dieselben Daten für CAFM/ IWMS Systeme zum Einsatz kommen, um die Nutzer über die Qualität des Klimas in den verschiedenen Räumen zu informieren (May, 2018).

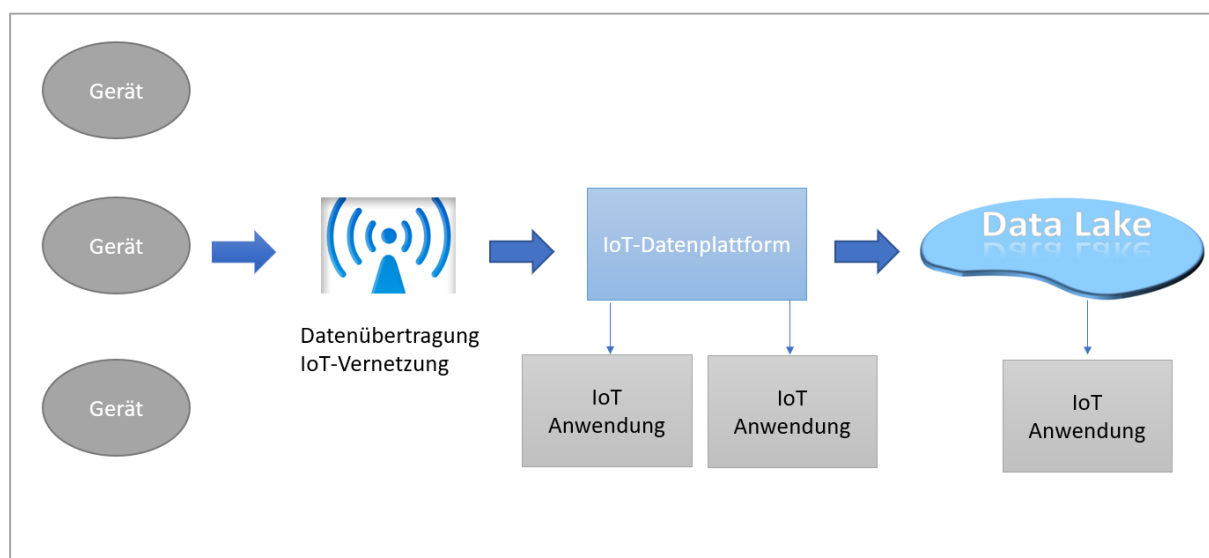


Abbildung 9: Typische Struktur von sensorbasierten IoT-Systemen (in Anlehnung an May, 2018, S. 349)

Die IoT-Architektur besteht aus drei Hauptkomponenten:

6. Hardware: Sensoren, Aktoren und eingebettete Systeme
7. Middleware: besteht aus Funktionen, die die Daten von der Hardware über das Internet sammeln, speichern und verarbeiten
8. Services: besteht aus den Anwendungen, die für die Benutzerspezifikation entwickelt werden. (Gupta und Agrawal, 2019)

6.1.1 Was sind eingebettete Systeme (Embedded Systems)?

„Embedded software and electronics hardware design includes the development of all software and electronics-related hardware, such as sensors, processors and operating systems, built into a vehicle, as well as its various components and parts, such as entertainment and engine management systems. Automotive-specific software and hardware are typically produced by multiple suppliers, and then integrated by the vehicle manufacturer or a large Tier 1 supplier. An emerging class of applications supports embedded software and electronics for the automotive industry.“ (Embedded Software and Electronics Design - Gartner IT Glossary, 2019).

Eingebettete Systeme sind ein fester Bestandteil eines technischen Gesamtsystems. Es wird in seine Umgebung mittels Sensoren und Aktoren integriert. Diese Integration führt komplexe Regelungs-, Steuerungs- und Datenverarbeitungsaufgaben aus. Der Zweck dieser Systeme ist die Ausführung von Funktionen, die auf der Software abgebildet sind. Diese muss die

Funktionalität der eingebetteten Systeme unter den gegebenen Rahmenbedingungen und Limitierungen zuverlässig erfüllen. Daraus folgen viele Herausforderungen für die Entwicklung von eingebetteten Systemen (Hüning, 2018).

Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexität der Hard- und Software • Entwicklungswerkzeuge • Debugging & Testing • Spannungsversorgung
System	<ul style="list-style-type: none"> • Integration in mechatronische Gesamtsysteme inkl. Bauraum • Umgebungsbedingungen • Applikations-Know-How • Echtzeitverhalten • Testing • Künstliche Intelligenz
Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkungen zwischen Systemen • Sicherheit, sowohl funktional als auch datentechnisch • Cloud-Anwendungen • Datenraten
Geschäftlich	<ul style="list-style-type: none"> • Time-to-Market • Kosten • Entwicklungszeit • Änderungsmanagement • Lieferantenmanagement • Interdisziplinarität • Interdisziplinarität • Big Data

Tabelle 2: Herausforderungen bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen (Hüning, 2018, S. 13)

6.1.2 Cloud Computing

"Cloud Computing ist im Grunde die Bereitstellung von Computing Ressourcen (z.B. Server, Speicher, Datenbanken, Netzwerkkomponenten, Software, Analyse- und intelligente Funktionen) über das Internet, also die Cloud, um schnellere Innovationen, flexible Ressourcen und Skaleneffekte zu bieten. In der Regel bezahlen Sie nur für die Clouddienste, die Sie tatsächlich nutzen. So können Sie Ihre Betriebskosten senken, Ihre Infrastruktur effizienter ausführen und bedarfsorientiert Skalierungen vornehmen." (Microsoft Azure, 2019).

Speicherkapazität-, Übergangsgeschwindigkeit- und Rechenleistungsentwicklung führt zu neuen Geschäftsmodellen. Damit Unternehmen und Privatpersonen nicht ständig neue Hard- und/ oder Software kaufen müssen, bieten viele IT-Dienstleister Services als Netzdienste an. Diese Netze nennt man "Cloud Services" oder "Cloud Computing" (Erner, 2018).

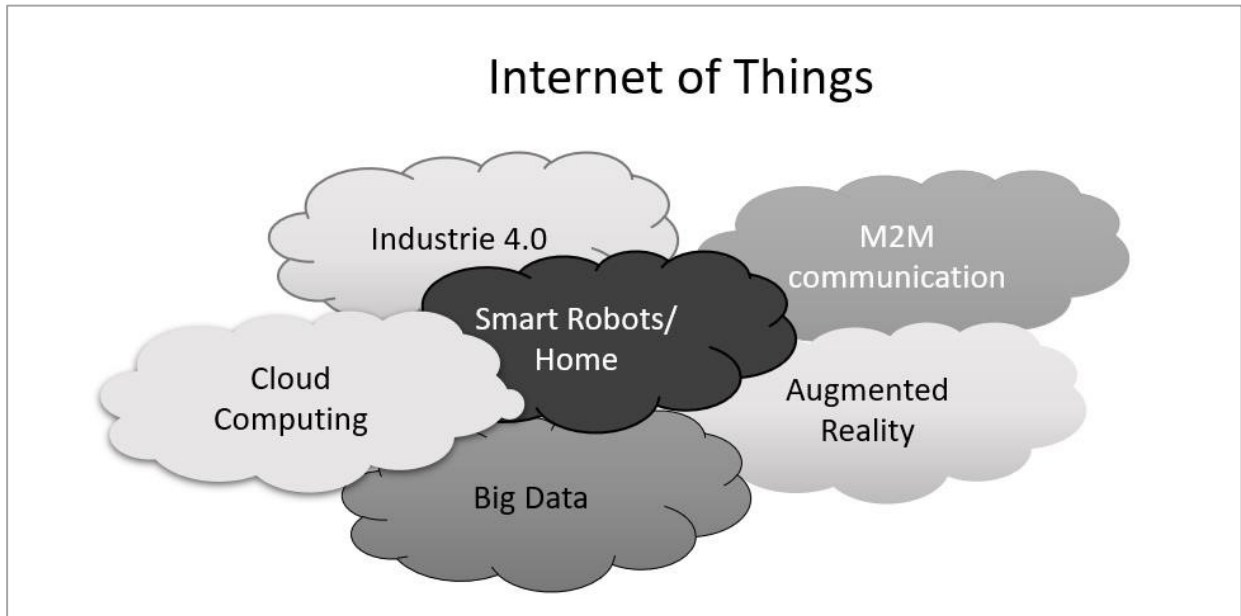


Abbildung 10: Aspekte, die dem IoT zugeordnet sind (in Anlehnung an Borgmeier et al., 2017, S. 5)

Die deutsche Übersetzung des Worts "Cloud- Computing" ist „Datenverarbeitung in der Wolke“. Das beschreibt das Prinzip von Cloud, wo Lösungen und Ressourcen nicht nur von einem Rechner bereitgestellt werden, sondern von der Wolke „Cloud“, die aus vielen virtuell verbundenen und vernetzten Rechnern entsteht. Es ist wichtig, die Sicherheitsstandards und Datenschutzmaßnahmen bei der Auswahl von Cloud-Computing-Anbietern oder bei Cloud-Services festzulegen, da der Zugriff auf die Services über das Internet geht und die Zugriffsrechte definiert sein müssen.

Vorteile der Cloud-Technik:

- Datenzugriff ist überall und jederzeit möglich
- kostengünstig, da die Dienste in der Cloud sind und keine Investitionen für eigene Infrastruktur erfordern
- es gibt viele Rechner und Server in der Cloud, die mit einer hohen Verfügbarkeit und Redundanz garantiert sind

Nachteile:

- Public Cloud funktioniert nicht ohne Internet, wodurch Verzögerungen entstehen können.
- Viel Aufwand für die Datensicherheit und den Datenschutz, da sich die Daten nicht mehr im Haus, sondern in der Cloud befinden, wodurch Sicherheitslösungen von Cloud-Anbietern benötigt werden. (Wallmüller, 2017)

Es gibt auch eine fertige Technologie-Stack, welche "IoT-Cloud" heißt, wo Dinge mit Dingen oder Dinge mit Backendkomponenten kommunizieren können, wo Technologien wie Big Data, Schnittstellen, Integration, Analytics integriert sind. Eine weitere Möglichkeit ist es, die notwendigen Technologien selbst miteinander zu kombinieren. Man kann auch sagen, dass IoT-Cloud ein Konstrukt ist, das zwischen IoT-Geräten und Backend platziert wird. Die Anbindung,

das Gerätemanagement und die Datenanalyse werden dann zu Cloud-Aufgaben (Bial und Rock, 2019).

6.1.3 Big Data

„Big data is high-volume, high-velocity and/or high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing that enable enhanced insight, decision making, and process automation.“ (Gartner, 2019a).

Die Verbindung zwischen Geräten, Sensoren, dem Internet und dem Netz (Dinge) umfasst eine enorme Anzahl an Daten (Big Data). Diese Technologien haben eine neue Umgebung mit neuem Kontextbezug erstellt. Das bedeutet, dass die tägliche Verbindung von Dingen mit dem Internet neue Dienst- und Applikationsentwicklungen ermöglicht. IoT und Big Data ermöglichen auch die Integration von Daten, z.B. die Kombination von Daten, die von Sensoren kommen mit anderen Daten. Diese neuen Kontexte ermöglichen die Entwicklung von Applikationen und Diensten, die Benutzer mehr Informationen bieten, um die für sie optimalen Entscheidungen treffen zu können (Y.Nait Malek et al., 2017).

Als Beispiel sei der Energieverbrauch genannt. Die Sensoren, die mit Messgeräten aufgebaut sind, sind mit dem Internet verbunden. Das ermöglicht einen Datentransfer über das Netz zum Server, und eine Speicherung derselben in einer Datenbank. Diese gespeicherten Daten sind die Basis für die Entwicklung von neuen Diensten, welche den Kunden ihre Verbrauchsdaten von den verschiedenen Geräten wie Heizkostenverteiler bzw. Kalt- und Warmwasserzähler anzeigt. Somit kann der Kunde den Verbrauch bekanntgeben und die Daten überwachen. Dies hat den Vorteil, dass ein übermäßiger Verbrauch sofort sichtbar und das Energiesparen erleichtert wird.

Wallmüller beschreibt Big Data als den *„Einsatz großer Datenmengen aus vielfältigen Quellen mit einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit zur Erzeugung wirtschaftlichen Nutzens.“ (Wallmüller, 2017, S. 34).*

Es gibt Prognosen zu dieser enormen Datenmenge, welche in Abbildung 11 erklärt wird. Die Prognose zeigt die Datenmengen im Jahr 2018 (33 Zettabyte) sowie Schätzungen für das Jahr 2025 (175 Zettabyte). Das bedeutet eine Erhöhung der Datenmenge um das 5,3-fache innerhalb von sechs Jahren.

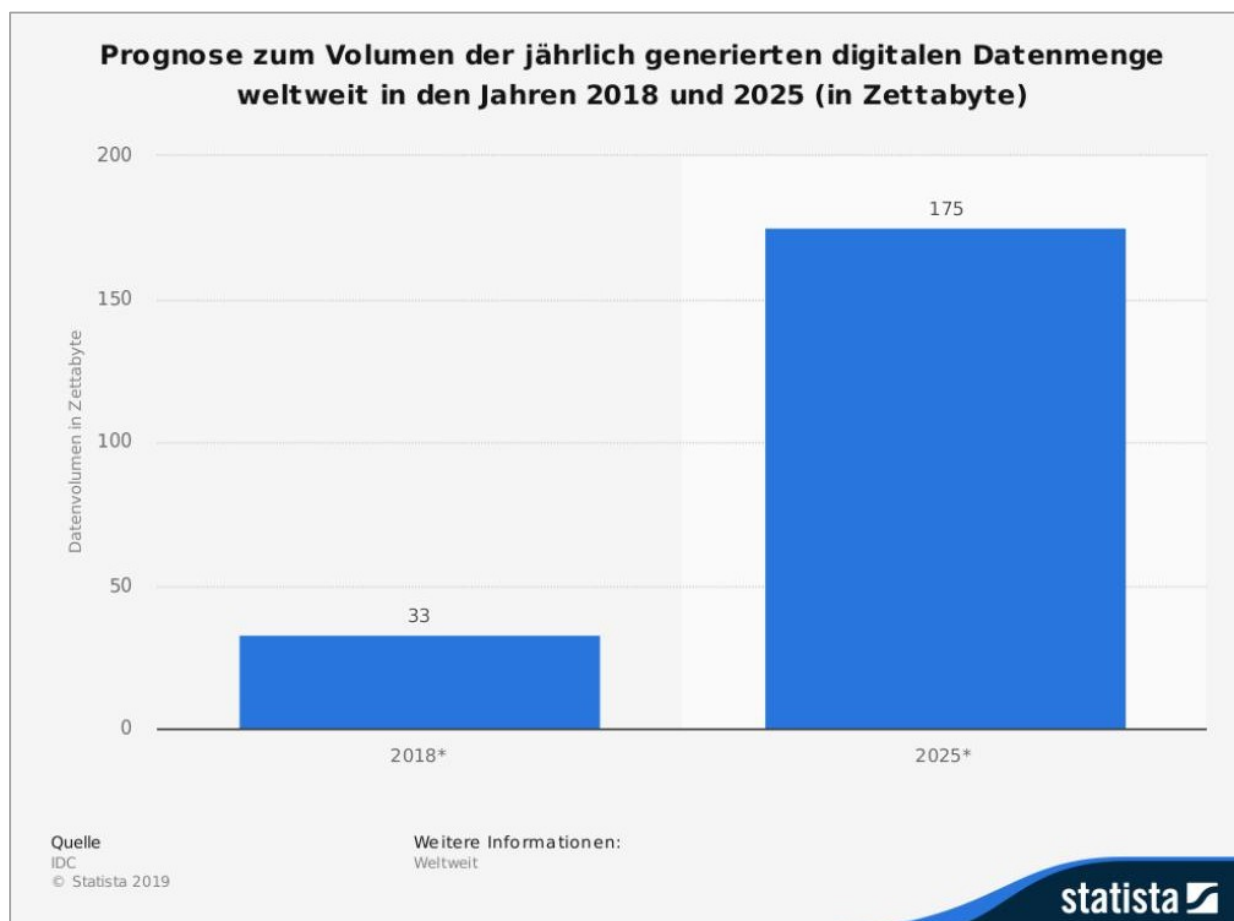


Abbildung 11: Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025 (Statista, 2019b)

Zur Erfassung, Verarbeitung und Analyse der großen Mengen an Daten werden mehrere IoT- und Big Data Technologien entwickelt. Ziel ist es, die Dienstleistungen zu verbessern und anzupassen sowie auch die Veränderungen zu antizipieren, um die Nutzerbedürfnisse erfüllen zu können (Y.Nait Malek et al., 2017).

Mit Hilfe von Algorithmen werden diese enormen Daten verarbeitet, analysiert und von Messfehlern bereinigt und dann in einer Datenbank gespeichert.

In Hinblick auf die Big Data und das IoT gibt es einige Punkte zu beachten:

- Die gesammelten Daten von IoT Geräten sollten als persönlich behandelt und angesehen werden.
- Der Hersteller von IoT- Geräten soll bestimmen, welche Daten für welchen Zweck gesammelt werden und auch wie lange die Daten gespeichert werden sollen.
- Die Designprozesse der IoT-Geräte sollen dem Datenschutz entsprechen.
- Wenn es möglich ist, sollen die Daten auf dem IoT Gerät analysiert werden, ansonsten müssen sie verschlüsselt werden. (Bee-Secure, 2018)

6.1.3.1. Big Data Eigenschaften

Wirtschaft und Schule (2019) haben die Big Data-Eigenschaften aufgezählt:

- **Value (Wert):**
steht für die große Datenmenge, die durch Analyse und Auswertung von Daten erzeugt wird. Durch Aufwertung der vorhandenen Daten können neue Daten erzeugt und neue Informationen generiert sowie neue Vorhersage getroffen werden.
- **Velocity (Geschwindigkeit):**
mit Hilfe der Digitalisierung und den steigenden mobilen Endgeräten stehen mehr Daten in kurzer Zeit zur Verfügung.
- **Variety (Vielfalt):**
es gibt mehrere Datenquellen, unterschiedliche Datenformate mit strukturierten, semi-strukturierten und unstrukturierten Formen.
- **Volume:**
beschreibt das Datenvolumen, wobei es sich um riesige Datenmengen handelt, die verarbeitet und gespeichert werden

6.1.3.2. Big Data und Cloud-Computing

In Relation zur Cloud- Computing ist Big Data das Objekt der Rechenoperation und betont die Speicher- und Rechnerkapazität für den Cloud-Server. Die Cloud basiert auf einer riesigen Anzahl von Rechnern und Computern, um eine gemeinsame Nutzung von Ressourcen zu ermöglichen sowie die Rechenkapazität für Big Data Anwendungen bereitstellen zu können. Die Cloud-Computing-Entwicklung bietet Lösungen für die Speicherung und Verarbeitung von Big Data an. Die auf Cloud-Computing basierende verteilte Speichertechnologie ermöglicht eine effektive Verwaltung von Big Data. Obwohl sich bei Cloud-Computing und Big Data viele Konzepte und Technologien überlappen, unterscheiden sie sich in folgenden beiden Hauptaspekten:

1. Cloud-Computing transformiert die IT-Infrastruktur, während Big Data die unternehmerische Entscheidungsfindung beeinflusst, da die Big Data als Basisinfrastruktur für den reibungslosen Ablauf im Betrieb dient.
2. Big Data und Cloud-Computing haben unterschiedliche Zielkunden. Cloud-Computing ist eine Technologie für die Chief Information Officers (CIO) als fortschrittliche IT-Lösungen, während Big Data ein Produkt für Chief Executive Officers (CEO) mit Fokussierung auf Geschäftstätigkeiten darstellt. Die Entscheider spüren den direkten Druck des Marktwettbewerbs. (Chen et al., 2014a)

6.1.4 Industrie 4.0

Industrie-4.0-Konzept wurde im separaten Abschnitt beginnend bei der Seite 8 beschrieben.

6.1.5 M2M Kommunikation

"Machine-to-Machine (M2M) is a paradigm in which end-to-end communication is executed without human intervention connecting non-IT objects to an IT infrastructure." (Fraunhofer, 2019).

6.1.5.1. Was ist M2M?

M2M bedeutet Maschine zu Maschine, bezeichnet also den Informationsaustausch zwischen Maschinen, Automaten...usw. untereinander und/ oder einer zentralen Leitstelle. Diese vernetzte Kommunikation gibt es seit Mitte des 20. Jahrhunderts. Das macht die Prozesse schneller, effizienter und sicherer. Laut der Marktforschung werden, ab 2020, 20 Milliarden Maschinen und Geräte miteinander kommunizieren. M2M ist heute ein wichtiger Teilaspekt des IoT. Oft werden die Begriffe M2M und IoT gleich verwendet, aber eigentlich handelt es sich bei M2M um das Herzstück der IoT (Henrich, 2019).

M2M ist auch die Verknüpfung zwischen Informations- und Telekommunikationstechnik, daher wird die Mikrosystemtechnik und die Logistik stark intensiviert. Die Verknüpfung von Maschinen über Netzwerke führt zu einem sogenannten „Internet intelligenter Objekte“.

6.1.5.2. M2M Grundkonzept

Das Grundkonzept der M2M-Anwendung besteht aus:

1. Datenendpunkt (DEP)
2. Datenintegrationspunkt (DIP)
3. Kommunikationsnetzwerk (als Datentransfermedium)

In der Abbildung 12 wird erklärt, wie das Grundkonzept sowie die Lösung als End-zu-End aufgebaut ist.

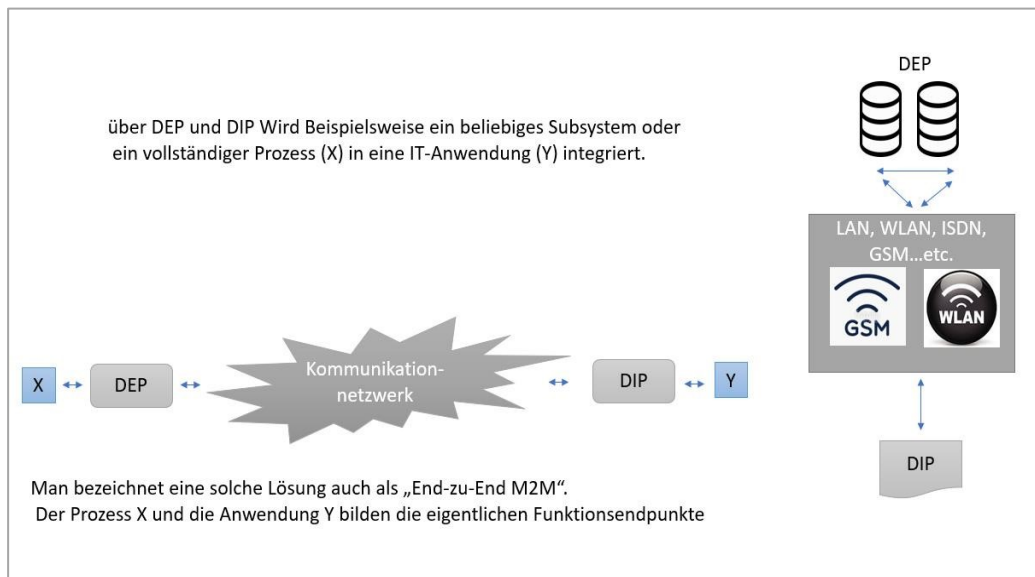


Abbildung 12: Das Grundkonzept (in Anlehnung an Glanz und Büsgen, 2013, S. 18)

Dabei werden die Übertragungsmedien LAN, WLAN, ISDN oder das GSM-Mobilfunknetz benötigt, die vom Einsatzszenario bei der Implementierung der M2M-Systeme abhängig sind. Bei manchen Anwendungen können auch verschiedene bzw. mehrere Verfahren kombiniert werden. Bei Datenübertragungsverfahren ist eine recht unübersichtliche Vielfalt entstanden wie in der Tabelle 3 angezeigt wird (Drahtlose Datenübertragen). (Glanz und Büsgen, 2013)

6.1.5.3. M2M Komponente

Es gibt mehrere M2M-Komponenten wie Sensoren, RFID, WI-FI oder Mobilfunkverbindung sowie Autonomic Computation Software, welche dabei helfen, die Daten, die auf vernetzten Geräten sind, zu interpretieren und Entscheidungen zu treffen. Die bekannteste M2M-Kommunikationsvariante ist die Telemetrie, welche die Betriebsdaten übermittelt. In früheren Zeiten wurde die Telefonleitung und später die Radiowellen dafür verwendet, gesammelte Leistungsdaten von Messinstrumenten zu übermitteln. Das Internet und die drahtlose Datenübertragungstechnologie haben die Telemetrie erweitert. Dies reicht von der Konstruktion und der Produktion bis hin zum alltäglichen Einsatz in Form von Produkten wie Heizungsanlagen, Stromzählern und IoT-Geräten wie "Smart Devices" (Computerweekly.de, 2019).

6.1.5.4. M2M und IoT

Oftmals wird der Begriff M2M mit dem Begriff IoT gleichgesetzt. Hierbei handelt es sich aber um einen Fehler, da es sehr wohl Unterschiede zwischen M2M und IoT gibt. Hier seien die wichtigsten genannt:

- **M2M**

existieren in einem geschlossenen Ökosystem, und nur Menschen und Maschinen können innerhalb dieses Netzwerks auf die Maschinendaten zugreifen und damit arbeiten.

Deswegen ist M2M für Unternehmen, insbesondere in Hinblick auf den industriellen Kontext, relevant.

- **IoT**

ist viel mehr als eine Kommunikation zwischen Maschinen. Es bedeutet, dass Alltagsgegenstände mit dem Internet verbunden werden und miteinander oder mit Menschen interagieren können. Das Ziel davon ist, dass intelligente Objekte über das Internet Informationen austauschen können. Dadurch wird die virtuelle Welt mit der realen Welt vereint (Henrich, 2019).

GSM	Global System for Mobile Communication fokussiert auf Sprachdienste
GPRS	General Packet Radio Service Übertragung von Data über GSM-Netzen
UMT	Universal Mobile Telecommunications System komplett neue Netzstruktur
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access Datenübertragungsverfahren von UMTS
LTE	Long Term Evolution soll mobiles Internet zum Massenmarkt führen
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
Bluetooth	Funkvernetzung über kurze Distanz
ZigBee	Funkvernetzung von Haushaltsgeräten

Tabelle 3: Drahtlose Datenübertragung Medien (Glanz und Büsgen, 2013, S. 17)

6.1.6 Augmented Reality (erweiterte Realität)

Mit Endgeräten, die internetfähig sind, wie Handys oder Tablets, wird auf ein Objekt in der realen Welt gezielt. Dieses Objekt kann z.B. durch GPS-Funktion erkannt werden. Die Daten werden aus dem Internet abgerufen und auf dem Display des Gerätes eingeblendet. Dies bedeutet gleichzeitig das Einblenden der Realität. Diese Technologie kommt zum Beispiel in Industrieanlagebau, bei Technischen Services oder beim Konsumgüterverkauf zum Einsatz (WKO.at, 2019).



Abbildung 13: Augmented Reality basierte Unterstützung für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk 1 (ARSUL, 2018, S. 4)

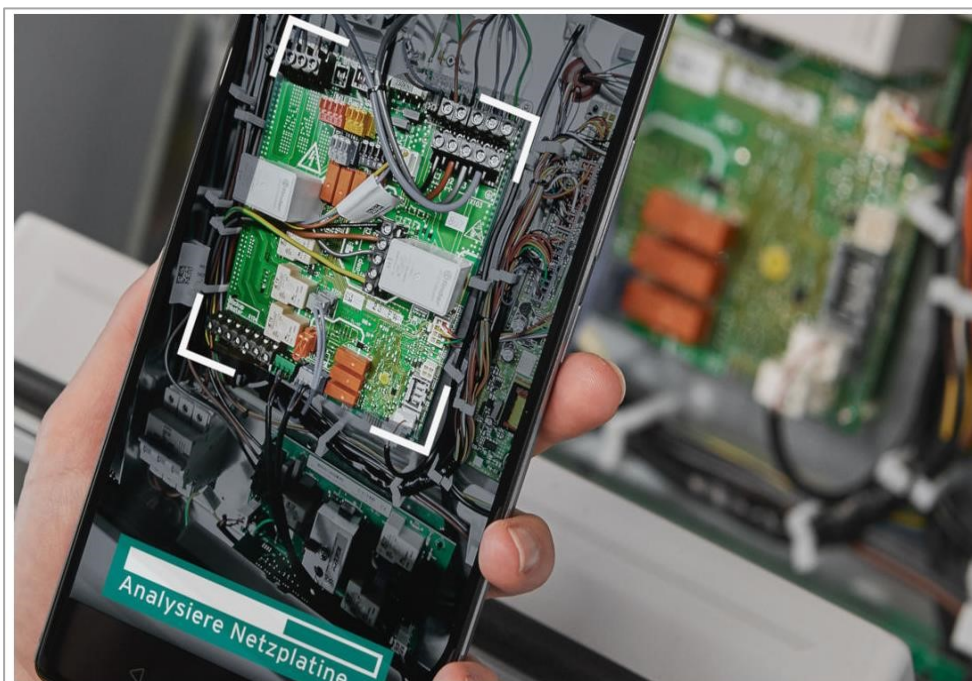


Abbildung 14: Augmented Reality basierte Unterstützung für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk 1 (ARSUL, 2018, S. 5)

6.1.6.1. Was ist Augmented Reality (AR)?

Hier handelt es sich um das Hinzufügen von digitaler Elementar zur Live-Ansicht z.B. mit der Kamera auf einem Smartphone (The Franklin Institute, 2017). "Gezielt Informationen über Komponenten der Heizung anbieten" (Dreikauß und Schardt, 2019, S. 9). Abbildung 13 und Abbildung 14 erklären ein Beispiel für die Augmented Reality für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk.

6.1.6.2. Was ist Virtual Reality (virtuelle Realität (VR))?

Virtual Reality ist die Simulation der Umgebung unter Einsatz von Computertechnologien. Der Nutzer sieht Dinge nicht auf einem Bildschirm, sondern ist in der Lage mit 3D-Welten integriert zu sein. Das ermöglicht die Simulation von vielen Sinne wie Sehen, Hören, Berühren usw. (Marxentlabs.com 2019).

"Nutzer „erforscht“ selbständig Funktion und Zusammenspiel der Komponenten" (Dreikauß und Schardt, 2019, S. 6).

6.1.6.3. AR und VR

Es ist oft so, dass die AR und VR als Synonyme benutzt und die vorhandenen Unterschiede ausgeblendet werden. Bei VR wird die reale Welt mit der virtuellen Welt vermischt, bei Augmented Reality aber werden zusätzliche Informationen eingeblendet, während bei der VR der Overlay von synthetischem Inhalt mit der realen Welt verschwimmt, siehe Abbildung 15.

Die Nutzung der VR ist für den Konsumenten begrenzt, da es teuer ist und z.B. spezielle Brillen, zusätzliche leistungsfähige PC-Hardware sowie dringend eine Lösung für die sogenannte „VR-Übelkeit“ benötigt wird. Deswegen eignet sie sich die kaum für den Massenmarkt. Die AR aber ist in bestimmten Bereichen verbreitet und kann sich durchsetzen. Das Problem dabei sind die hohen Kosten für den Bedarf von speziellen Produktionsinhalten. (Elektronik_Kompendium.de, 2019)

6.1.6.4. Anwendungen

Die AR wird in verschiedenen Bereichen eingesetzt, wie Automobilbau, Schiffbau, Einzelhandel, Tourismus, Banken sowie auch im Bereich Heizung und Sanitär (Elektronik_Kompendium.de, 2019):

Digitale Bedienungsanleitung: Es wird ein Programm mit den Anweisungen auf einer SmartBrille oder -Phone aufgebaut, welches erklärt, wie es bedient werden soll.

Außendienst: Eine Brille mit Installations- und Wartungsinformationen, welche der Techniker bekommt und die es ihm erlauben, unbekannte Geräte oder Maschinen zu bedienen, sodass er seine Aufgaben effizient erledigen kann.

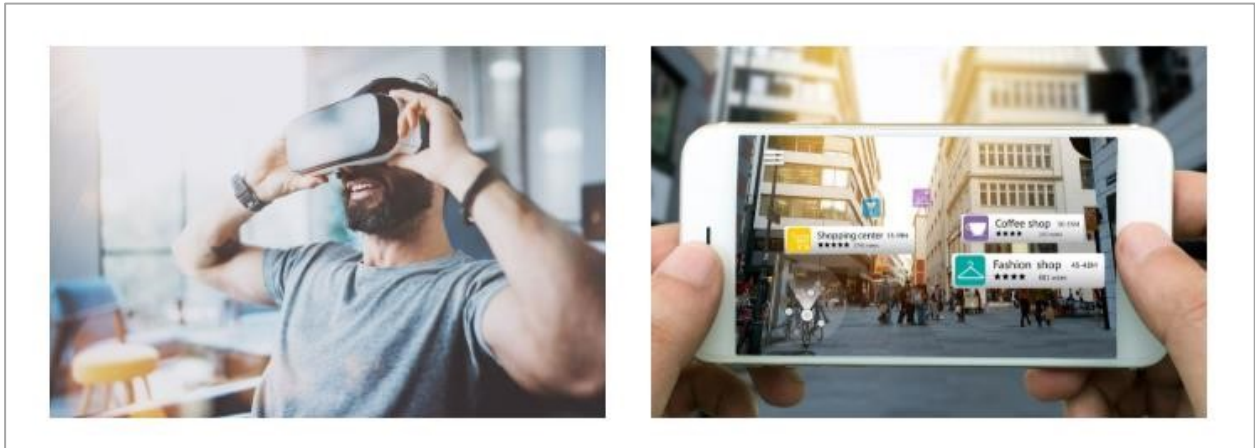


Abbildung 15: Beispiel zum Unterschied zwischen virtueller Realität und erweiterter Realität (magic-holo.com, 2017, S. 2)

„Während Virtual Reality die Wirklichkeit in einer in Echtzeit computergenerierten interaktiven Umgebung darstellt und erfahrbar macht, erweitert Augmented Reality die Realität um virtuelle Objekte.“ (Elektronik_Kompendium.de, 2019, S. 2).

6.1.6.5. AR und IoT

Wie schon weiter oben erwähnt, ist die IoT eine Kombination aus virtuellen Darstellungen und Diensten mit physischen Objekten. Die AR bietet eine ideale Schnittstelle zu IoT-Anwendungen, indem sie virtuelle Informationen zu intelligenten Objekten und Diensten aus der Benutzerperspektive eingeblendet. So kann der Benutzer mit dem Objekt interagieren und zusätzliche kontextsensitive Informationen zum Objekt abrufen, wie z.B. Größe, Geschwindigkeit, Temperatur usw. Der Benutzer muss somit nicht direkt mit Sensoren oder Objekten interagieren, da die AR die Möglichkeit bietet, dass zusätzliche Informationen zu IoT-Diensten in der Umgebung, wie zum Beispiel QoS-Eigenschaften, bereitgestellt werden (White, Cabrera, Palade und Clarke 2018).

6.1.7 Smart Haus/Roboter (Smart Dinge)

Smart Dinge ermöglichen eine drahtlose Verbindung von intelligenten Geräten und auch deren Zusammenarbeit untereinander.

Eine der wichtigsten Applikationen des IoT sind Smart Dinge. Diese Anwendungen finden sich in unserem Alltag vom Aufwachen bis zum Schlafen wieder. Smart Dinge beschreiben eine Welt, wo alles auf intelligente Weise miteinander verbunden werden und kommunizieren kann. Dadurch wird die physische Welt zu einem großen Informationssystem. Big Data Analytics (BDA) hilft bei der Analyse, um bessere Entscheidungen treffen zu können. Smart Dinge machen unsere Welt intelligenter. Es handelt sich dabei um eine Gruppe von Geräten, die über Zentralprozessoren (Hub) und Webservices überwacht und gesteuert werden können, wie ein Smart-Haus, -Kühlschrank, -Waschmaschine, -TV (Madakam, 2015).

6.2 Voraussetzung für die Implementierung von IoT

Die zunehmenden Anforderungen an IoT-Anwendungen haben den Bereich Sicherheit vor große Herausforderungen gestellt. Das erfordert viele Bemühungen, Fähigkeiten und Wissen, um die Security-Attribute verstehen zu können. Es fanden sich bei ca. 70% der genutzten IoT-Geräte Sicherheitslücken, da die Sicherheitsaspekte bei der Entwicklung der IoT-Geräte zu wenig berücksichtigt wurden. Es wurde zudem festgestellt, dass die Anforderungsingenieure keine korrekte „Security“ in der Ermittlungsphase durchgeführt haben, da sie Schwierigkeiten in Hinblick auf das Verstehen und die Kenntnisse der Sicherheitsbegriffe hatten (Kamalrudin, Ahmad und Ikram 2018).

Es gibt fünf Faktoren, damit die Implementierung von IoT in Unternehmen erfolgreich sein kann (IDG Computerwoche, 2019):

1. Ermittlung und Nutzung von neuen Geschäftsoptionen: anhand von umfassenden Datenanalysen kann das Unternehmen mehr über den Nutzen seiner Produkte für seine Kunden erfahren, wodurch es zusätzlich benötigte Funktionen erstellen bzw. vorhandene Funktionen sinnvoll ergänzen kann. Die analysierten Daten helfen dem Unternehmen auch in Hinblick auf die Segmentierung der Kunden. Das ermöglicht es dem Unternehmen, seine Angebote auf die neuen oder schon bestehenden Zielgruppen abzustimmen und gegebenenfalls neue Services zu entwickeln. Am Beispiel der Messtechnik GmbH ist es nun mit Hilfe der digitalen Geräte möglich, Daten zu synchronisieren und diese in Echtzeit zur Verfügung zu stellen. Diese neuen Services können Daten in Echtzeit anzeigen und in Folge Statistiken zum Verbrauch erstellen.
2. Festlegung, welche Daten erfasst und analysiert werden sollen: es soll festgelegt werden, welche Daten vom IoT-Gerät verarbeitet, analysiert, gesammelt und gespeichert sowie auch welche Informationen den Nutzern angezeigt werden sollen.
3. Die Bereitschaft der Führungskräfte und Mitarbeiter zur Arbeit mit den neuen Anforderungen: diese sollen dafür offen sein, die notwendigen Änderungen bzw. Modifikationen von Produkten und Geschäftsprozessen durchzuführen, um neue Kundenwünsche zu schaffen. IoT-Komponenten können nämlich ein anderes Bild im Vergleich zur Realität ergeben. Das erfordert den Willen aller Mitarbeiter für Änderungen von Kernelementen, wie Geschäftsentscheidungen, und Produktstrategien, also eine sogenannte „Unternehmenskultur des Wandels“.
4. IoT-Know-How: ein Teil des Know-How wird im Haus selbst aufgebaut, nicht nur in Hinblick auf die IoT, sondern auch für jene Technologien, die es zu nutzen gilt, wie Big Data, Analytics und Cloud Computing. Es können zusätzlich auch externe Experten, z.B. zur Implementierung oder für das Management der IoT-Umgebung, herangezogen werden.
5. Integration von IoT-Daten in Enterprise-Systeme: das bedeutet, inwieweit das Enterprise-System mit dem IoT gekoppelt ist und wie das Unternehmen die validen Informationen zur Verfügung stellt.

6.3 Zusammenfassung

Für den Einsatz des IoT ist es notwendig Komponenten bzw. Technologien zu kennen und zu verstehen. In diesem Abschnitt werden verschiedene Komponenten erklärt, das bedeutet aber nicht, dass auch alle beim Einsatz von IoT genutzt werden. Der spezifische Einsatzbereich hängt vom Unternehmen, seiner Planung, den notwendigen Prozessänderungen, Produkt-/Geräteentwicklung bzw. Dienstleistungen ab. Die Messtechnik GmbH & CO KG hat mehrere von den in diesem Abschnitt beschriebenen Komponenten genutzt, z.B. M2M, wie z.B. RU-2 mit DACOS-Station (siehe Punkt 8.2). Ein anderes Beispiel ist die Industrie 4.0, bei der alle an der Wertschöpfung beteiligten Einheiten in der Wertschöpfungskette vernetzt sind und die relevanten Informationen in Echtzeit verfügbar sind, um einen optimalen Wertschöpfungsfluss zu ermöglichen, z.B. die Daten, die von IoT-Geräten (DACOS-Station) bearbeitet werden, werden an die anderen Abteilungen, z.B. die Abrechnungsabteilung, übermittelt. Ein anderes Beispiel zur Verbesserung von Fehlern bei Geräten ist „Augmented Reality“. Diese Technologie wird noch nicht im Unternehmen eingesetzt, aber es wäre sinnvoll, sie einzusetzen, um die Arbeitsweise zu verbessern und effiziente Arbeitsergebnisse zu schaffen. Diese Komponenten steigern die Chancen für neue Entwicklungen wie Smart Services, IoT-Design, Digitale Produkte mit Datenübertragung über das Internet usw. Die Methodik zur Entwicklung von neuen Geräten und Services bzw. zur Organisationsentwicklung wird im nächsten Abschnitt „Methodik zur Entwicklung“ beschrieben.

7 METHODIK ZUR ENTWICKLUNG

Auf Basis der Vernetzung von Geräten, Sensoren, Produktanalgen usw. und der Verarbeitung und Analyse von Daten wird ein Wissen veredelt, welches zur Erstellung von sogenannten "Smart Services" führt. Die vernetzten Produkte werden auch Smart Produkte genannt. Die generierten Daten werden als Ressourcen für neue Geschäftsmodelle benutzt. Um den Austausch von Daten, Gütern und Dienstleistungen zu schützen, werden flexible und weitgehend IT-gestützte Kollaborationen benötigt. Diese bilden die technische Integrationsschicht für verschiedene Systeme und Dienste durch die Bereitstellung von Grundfunktionen für die Systemintegration (Engels, Plass und Rammig 2017).

7.1 Smart Services

"Ein Smart Service ist eine digitale Dienstleistung, die auf der Basis vernetzter, intelligenter technischer Systeme und Plattformen Daten aggregiert und analysiert. Die dabei entstehenden Informationen und Wertangebote werden im Rahmen dienstleistungsbasierter Geschäftsmodelle über digitale Marktplätze und Schnittstellen vermarktet." (Jens Pöppelbuß, 2019).

Die Kombination von Daten sowie deren Speicherung, Analyse und Auswertung bildet die Grundlage für die sogenannten "Smart Services", die als Mehrwert und Wertschöpfung für die Unternehmen dient (Borgmeier et al., 2017).

Die Smart Services können in verschiedenen Bereichen genutzt werden, wie in der Produktion, der Gesundheit, im Finanzbereich usw. In der Produktion zum Beispiel helfen die Smart Services bei der Optimierung von Wertschöpfungsketten durch die digitale Verfolgung der Lieferung eines Produkts. Deswegen bieten die Smart Services (Borgmeier et al., 2017):

- Transparenz
- schnellen Datenzugang

Diese führt zu:

- Schnellerem Controlling des zugrundeliegenden Geschäftsmodells
- Steuerung der erforderlichen Netzwerkpartner

Dies wiederum bedeutet eine Smart Services-Weiterentwicklung. Der Smart Service LifeCycle bildet also nicht nur eine Entwicklungsperspektive, sondern auch ein Geschäftsmodell- und Netzwerkpartnermanagement.

Es können drei große Vorteile für Unternehmen genannt werden:

- Ganzheitlichkeit: Einbeziehen der Netzwerkpartner von Anfang an
- Detaillierungsgrad: einzelne Module werden in jeder Phase des Smart Services LifeCycle beschrieben

- Kombinierbarkeit: Kombination der einzelnen Module miteinander

Smart-Services Infrastruktur soll folgende Eigenschaften haben (Duddy, 2007):

- **Metadaten:**

Damit die Nutzer das passende Service finden können, sollen die Services das funktionelle Interface und die nicht funktionellen Eigenschaften als Metadaten aufweisen. Zum Beispiel das „Quality of Service“ (QoS), welches die Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Ausführungszeit usw. inkludiert sowie auch die Service Level Agreements (SLAs), welche das Vertrauen, die Reputation, die Betriebszeiten und andere Aspekte der Leistungserbringung umfassen.

- **Rekursive Prozessorientierung:**

Diese erfordert die Verallgemeinerung der Verwendungskonzepte zur Ausführung von Geschäftsprozessen sowie der Erstellung von neuen Services durch Aussetzung einer Wrapper-Schnittstellen zu einem Geschäftsprozess selbst. Ein Prozess nutzt einen Dienst, der ein anderes Service kapselt, der einen Dienste aufruft, welcher einen anderen Prozess kapselt usw.

Die intelligente Infrastruktur kann die rekursiven Prozess-Enkapselationen so tief navigieren wie sie im Kontext verfügbar sind.

- **Auswahl und Ersetzen von Services:**

Diese Services werden mit anderen Services mit den gleichen Logikfunktionen verglichen, sofern die Metadaten verfügbar sind. Dies funktioniert z.B. über QoS Parameter, wobei es aber selten vorkommt, dass eine große Anzahl von äquivalenten Services mit denselben Interfaces verfügbar sind, außer z.B. in einem großen "Hub" oder Markt, der die Interfaces definiert und Standards für die Servicesbereitstellung im Markt festlegt. Dies passiert, wenn:

1. es Standard Interfaces (Schnittstellen) gibt, die alle Teilnehmer z.B. im Industriesektor implantieren müssen.
2. Techniken genutzt werden, welche die Dienste analysieren und ähnliche Schnittstellen transformieren, damit der Austausch untereinander möglich gemacht werden kann.

- **Einschränkungen:**

Es ist notwendig, eine High-Level-Spezifikation und andere Einschränkungen zur Entdeckung der geeigneten Ressourcen zu finden. Ein Beispiel für eine Einschränkung kann eine Festlegung der gesetzlichen Anordnungen für die verschiedenen Entitäten sein.

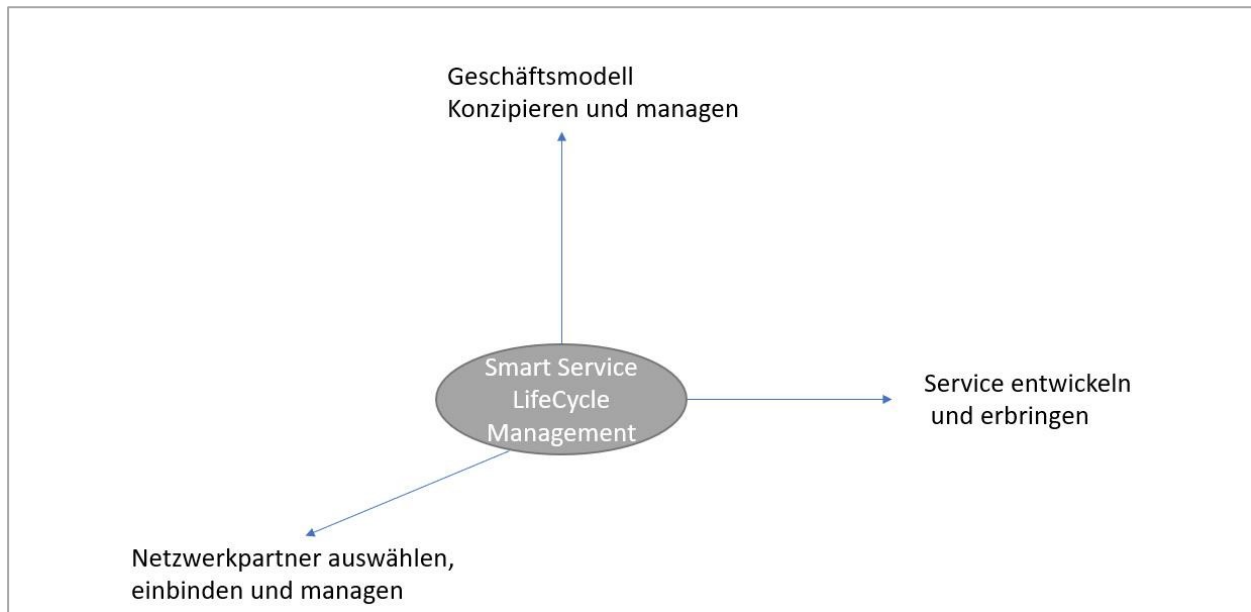


Abbildung 16: Dimensionen eines Smart Service LifeCycle Managements (in Anlehnung an Borgmeier et al., 2017, S. 77)

Die Messtechnik GmbH hat mehrere Smart Dienste entwickelt, wie WebMon oder RU2-Kroatian. Dies wird genauer im Kapitel Einsatz von IoT auf Messtechnik GmbH & CO KG im Punkt 8.5.2 beschrieben und erklärt.

7.2 Digitale Produkte

"Digitale Produkte sind Informationen im weiteren Sinn, die In vollständig digitaler Repräsentation gespeichert vorliegen und ohne Bindung an ein physisches Trägermedium über Kommunikationsnetze vertrieben werden können" (Mierdorf, 2008, S. 3).

"Digitale Güter stellen immaterielle Mittel zur Bedürfnisbefriedigung dar, die sich mit Hilfe von Informationssystemen entwickeln, vertrieben oder anwenden lassen. " (Straube, 2007).

Digitale Produkte sind also immaterielle Güter, wie digitale Bilder, Texte, Musik oder Filmdateien sowie Software. Diese digitalen Produkte weisen folgende Vorteile auf (Mierdorf, 2008):

- Veränderbarkeit
- Unzerstörbarkeit
- Unbegrenzter Vorrat
- Automatisierbar
- geringe Distributionskosten
- Kostenstruktur zuerst aufwändig, bei Reproduktion jedoch sehr preiswert

Borgmeier et al. (2017) haben die „Natur“ von Dienstleistungen und die Konsequenzen, die daraus folgen, in Tabelle 4 erfasst.

Kriterien	Sachgut	Dienstleistung
Leistung/Produkt	Materiell	Immateriell
Eigentumsübergang	Beim Kauf	Kein Eigentumsübergang
Wiederverkauf	Möglich	Nicht möglich, nur Wiederverkauf von Anrechten auf die Dienstleistung bzw. Informationen
Begutachtung vor Kauf	Möglich	Unmöglich, Erstellung erst nach Kauf
Quantifizierung des Werts	Leicht möglich	Problematisch
Standardisierbarkeit	Hoch	Kaum möglich, „doppelte Individualität“
Lagerung	Möglich	Unmöglich, nur Trägersubstanzen (Medien) lagerbar
Abfolge Produktion/Konsum	Konsum nach Produktion	Konsum gleichzeitig mit Produktion
Transportierbarkeit	Möglich	Unmöglich, Informationstransport möglich
Herstellung des Produktes	Durch Verkäufer und/oder Zulieferer	Kunde (Leistungsnehmer) ist beteiligt durch externen Faktor, Faktor vor Kombination bedingt möglich
Kontakt Hersteller und Abnehmer	Indirekter Kontakt möglich	Meist direkter, synchroner Kontakt
Exportierbarkeit	Möglich	Nur der Prozess der Leistungserstellung sowie die Potenzialfaktoren sind exportierbar
Mögliche Qualitätsmängel/ Fehlerquellen	Produktfehler	In der Regel Verhaltensfehler

Tabelle 4: IoT-Schichtenmodell (Borgmeier et al., 2017)

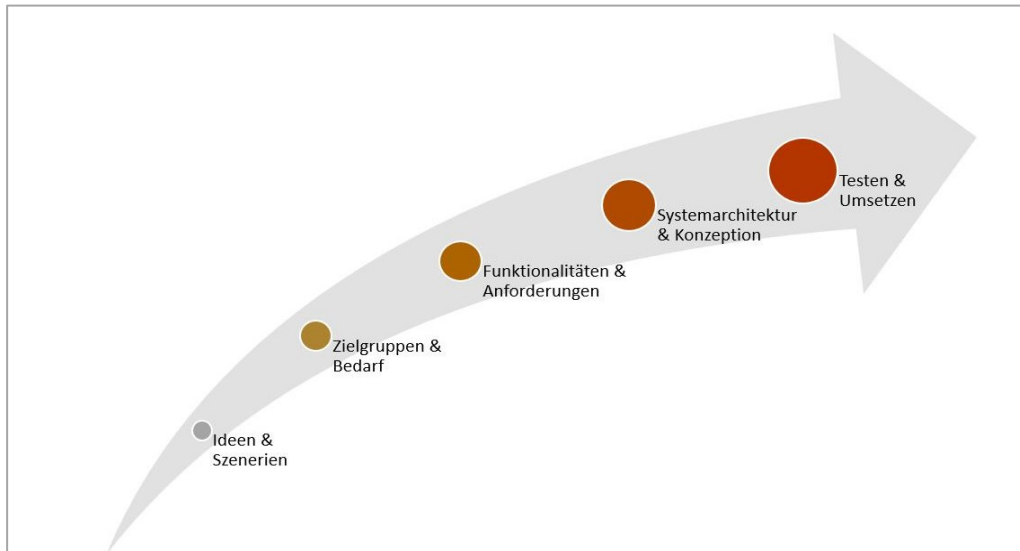


Abbildung 17: Smarte Produkte und Dienstleistungen entwickeln (in Anlehnung an Fraunhofer-Institut, 2019)

Um ein digitales Produkt konzipieren zu können, sollte man folgende drei Aspekte wissen:

- Stakeholder, die betroffenen Gruppen
- Prozesse der Nutzer
- Arbeitsumfeld

Dieses Wissen kann man über die Interviewführung mit den betroffenen Gruppen bzw. den Nutzern herausfinden, um ihr Umfeld, ihre Wünsche und ihre Bedürfnisse besser verstehen zu können. Dann werden die Herausforderungen und Chancen klarer sein. Mit diesem Wissen werden die Produktideen erstellt und das Konzept für das digitale Produkt oder den Dienst erarbeitet.

Zu den digitalen Produkten gehört auch die Konzeption des Geschäftsmodells, die Vermarktungs- und Supportstrategie. Das bedeutet, dass sich die Organisation an die neuen Anforderungen anpassen muss. Dies betrifft auch die Anpassung an Vertriebs- und Unterstützungsprozesse (Borgmeier et al., 2017).

7.3 Organisationsentwicklung

Die smarten Kommunikationstechnologien in Produkten ermöglichen einen direkten Kontakt mit den Kunden z.B. in Hinblick auf den Energieverbrauch.

Nach der Nutzung von Industrie 4.0, Digitalisierung und Internet der Dinge stehen immense Herausforderungen sowie auch Auswirkungen für die Unternehmen und die Organisationen an. Diese neuen Informationstechnologien führen zu spannenden neuen Möglichkeiten in der vernetzten Welt sowie auch zu notwendigen Änderungen und organisatorischen Anpassungen in Unternehmen (Lücking, Pradler, Huntjens, Haas und Krotsch 2018).

(Fraunhofer-Institut, 2019) hat die Entwicklungsphasen für die kleineren und mittleren Unternehmen (KUM) so definiert:

- Idee generieren
- Zielgruppe identifizieren
- Das Geschäftsmodell definieren
- Smart Services Funktionen definieren und überprüfen
- Smart Service testen und am Markt einführen

Die Smarten Kommunikationstechnologien in Produkten ermöglichen einen direkten Kontakt mit den Kunden z.B. beim Energieverbrauch. Das Unternehmen kann über ein Web oder eine Anwendung beim Kundenlogin die Daten und den Verbrauch kontrollieren, wodurch die Transparenz gewährleistet wird.

Die neuen Ideen für die Geschäftsmodelle bzw. für die Entwicklung des Unternehmens brauchen Bewertung und Einbettung in die Unternehmensstrategie. Mit dem IoT können die Unternehmen zahlreiche Projekte und Services erstellen, in Beziehung zu Kundenwünschen und -bedürfnissen, in dem es die Wünsche und Anforderungen in allen Projektphasen, von der Konzeption bis zur technischen Umsetzung, umfasst (Lücking, 2019).

Die Messtechnik GmbH hat eine Entwicklungsabteilung im Unternehmen organisiert, um neue Dienste und Software zu entwickeln, welche sich auf die Kundenanforderungen beziehen.

7.4 IoT Design

Die Entwicklung des IoT-Lösungsdesigns ist eine neue Herausforderung für neue, IoT-basierte Services. Diese Lösungen bestehen aus mehreren Elementen, wie den physischen Komponenten wie Sensoren, Aktoren und interaktiven Geräten, Netzwerkverbindungen, Datensammlung und -analyse. Das bedeutet, dass die Entwickler verschiedene Designtypen nutzen, um die Services und Produkte erstellen zu können. Der Kontext der Gestaltung von IoT Services muss also klar sein. In Hinblick auf das Design gibt es sieben Prinzipien zu betrachten (Balas et al., 2019):

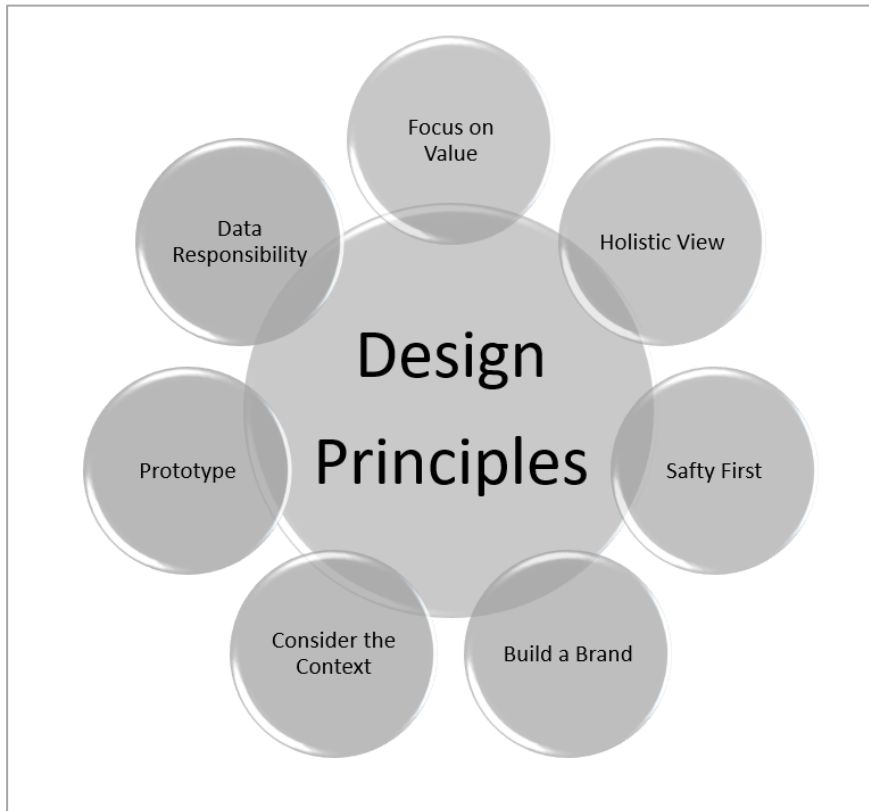


Abbildung 18: IoT-Designprinzipien (Eigene Darstellung, 2019)

1. Fokus auf den Wert: Dienstdesign ist sehr kompliziert, da die Entwickler die neuen Technologien von Systemen nutzen wollen sowie auch den Nutzeranforderungen und -bedürfnissen entsprechen wollen. Das erfordert die Adaption dieser Technologie mit den Nutzeranforderungen. Die Funktionen, die für Entwickler einen großen Wert haben, können für eine große Anzahl der Nutzer uninteressant sein und umgekehrt.
2. Ganzheitliche Sicht: Die IoT-Lösungen enthalten verschiedene Geräte/ Komponenten mit unterschiedlichen physischen und digitalen Fähigkeiten. In der Entwicklung sollen alle diese Aspekte beachtet und respektiert werden, damit alle miteinander ohne Problem funktionieren können.
3. Sicherheit zuerst: IoT-Lösungen wirken sich stark auf das Leben der Menschen aus. Die Nutzer besitzen Vertrauen in das Design der Lösungen. Ein einziger Fehler kann dieses Vertrauen zerstören. Dieser Punkt sollte bei der Entwicklung stark beachtet werden. Daher wird der Designer am Anfang mögliche Probleme identifizieren, die vielleicht auftreten können und versuchen, Maßnahmen und Lösungen zu definieren. Die Datensicherheit sowie das Beachten der Privatsphäre müssen optimal ins Design inkludiert werden.
4. Marke aufbauen: Wie bereits im vorherigen Punkt 3 erwähnt, entwickelt sich das Vertrauen mit Hilfe eines guten Designs. Eine starke Marke hat eine große Resonanz mit dem Endnutzer. Das bedeutet, wenn ein Fehler im System passiert und der Nutzer einen

sehr guten Eindruck von der Marke hat, wird er den Fehler verzeihen und das System (Service) weiter nutzen.

5. Kontext betrachten: IoT-Lösungen sind die Brücke zwischen physischer und digitaler Welt. In der realen Welt passieren vielleicht mehrere unerwartete Dinge, der Nutzer soll sich aber sicher fühlen. Der Kontext ist also auch eine Art von Anforderung an das Design.
6. Prototyp: IoT-Lösungen brauchen Software und Hardware zusammen, daher ist es wichtig, die Lebensbereiche der beiden abzustimmen, da die Aktualisierung in IoT-Lösungen schwer ist, wenn das Objekt verbunden ist und es ist schwer, es aufgrund der Kosten zu ersetzen. Aus diesem Grund es ist von Anfang an wichtig, dass die Prototypen und die schnelle Iteration von Hardware, Software und der gesamten Lösung in den frühen Phasen beachtet werden.
7. Datenverantwortung: IoT-Systeme generieren viele Daten, die identifiziert, erfasst und gesichert werden und sinnvoll für die Datenberichte sein sollen. Datensicherheit ist der Schlüsselfaktor für die IoT-Lösungen.

7.5 IoT Anwendungsbereiche

Das IoT Konzept wurde 1999 von Kevin Ashton auf Auto-ID eingeführt. Die Idee dahinter war die Entwicklung von Netzwerksystemen, basierend auf RFID. Seitdem wurden viele neue Ideen gefunden und das IoT-System wie ein verteiltes System gesehen, wo Dinge und Geräte über verschiedene geografische Gebiete verteilt und wo die Informationen autonom und zuverlässig ausgetauscht werden können, um viele Aufgaben ohne menschliches Eingreifen erledigen zu können. Manche IoT-Systeme bezeichnet man als Web of Things (WoT), Verbraucher IoT (CIoT, Consumer Internet of Things) und Industrielle IoT (IIoT). Der Einsatz von IoT unterstützt neue Applikationen in verschiedenen Bereichen (Khan und Yuce, 2019).

Den verschiedenen IoT- Anwendungsbereichen werden in der Abbildung 19 in Beziehung zu den ermöglichten Technologien des IoT, gezeigt.

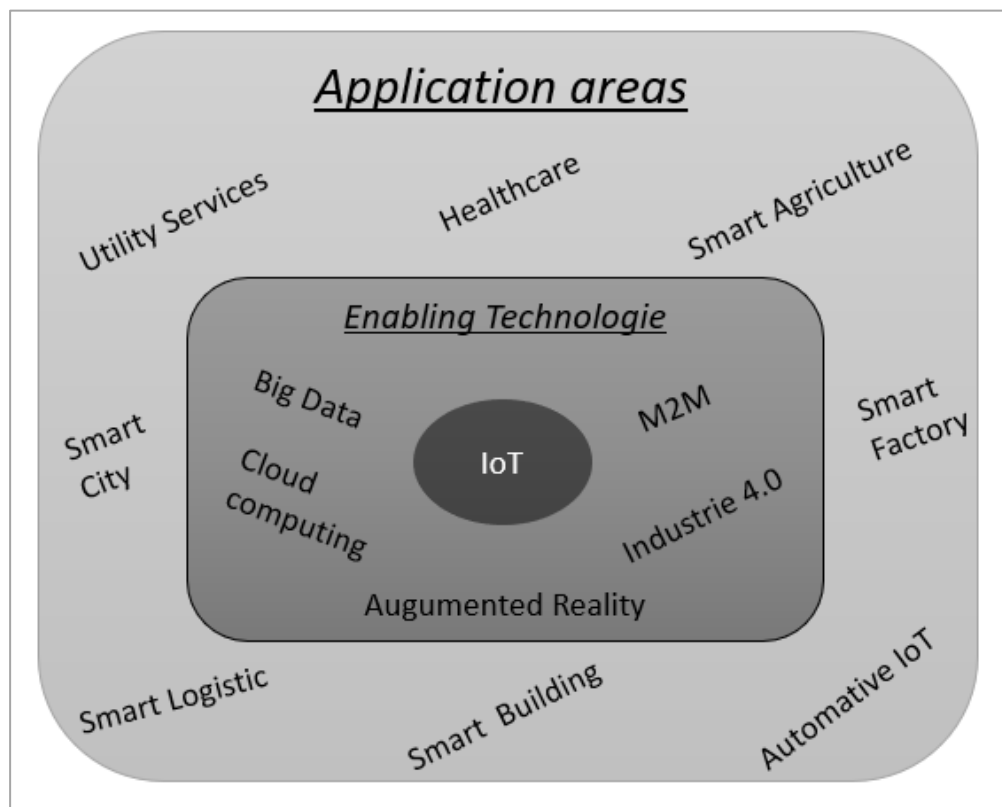


Abbildung 19: Darstellung der IoT-Anwendungen mit den ermöglichten Technologien des IoT (Eigene Darstellung, 2019)

7.6 Zusammenfassung

Dieses Kapitel hat einige Entwicklungen, die auf IoT basieren, sowie deren möglichen Einsatz in verschiedenen Bereichen wie Smart City, Automatisierung usw. erläutert. Außerdem wurde dargestellt, wie das Unternehmen sich entwickelt, indem es neue Ideen generiert, neue Geschäftsmodelle erstellt, neue Dienste anbietet usw. Der Kontext der Gestaltung von IoT Services muss also von vornherein klar sein. Das IoT-Design ist demnach sehr wichtig, dafür gibt es IoT-Prinzipien, die beachtet werden sollten.

Das IoT führte zu vielen Entwicklungen von Smart Services, digitalen Produkten, Geräten bzw. Objekten. Wichtig sind auch Informationen darüber, wie der Messtechnik-Bereich funktioniert. Deswegen erklärt der nächste Abschnitt 8 die Themen aus dem Messtechnikbereich, die eine Rolle in der Messtechnik spielen. Das Messkonzept muss klar sein, um effiziente Datenerhebungen planen zu können. Betreffend die Nutzung von Sensoren sollen die Entwickler verstehen, was z.B. der Unterschied zwischen Sensorenelementen und Sensorensystemen ist. Die Funktechnik ist ein Hauptbestandteil des Messtechnikbereiches für die drahtlose Übertragung von Daten. Der Einfluss von IoT auf die Produkte und Dienste der Messtechnik GmbH & CO KG muss auch klar beschrieben sein. Deshalb werden in Kapitel 8 die Messtechnikbereich-Themen beschrieben und in Relation zum IoT-Einsatz gestellt, sowie der Einfluss auf die Messtechnik GmbH & CO KG erklärt.

8 EINSATZ VON IOT IN MESSTECHNIK GMBH & CO KG

"Kernkompetenz des Unternehmens ist die vernetzte Ermittlung von Heizenergie- und Wasserverbräuchen durch Funk- und M-Bus-Technologien. Bei der funkbasierten Ermittlung von Verbräuchen steht die Weiterentwicklung des Messtechnik-Fernablesesystem REDAC im Mittelpunkt." (Messtechnik GmbH, 2019a).

8.1 Messkonzept

Das Messkonzept muss klar sein, um effiziente Datenerhebung planen zu können, die von Anlagen in den Gebäuden stehen, die auch für die Verrechnung der Energiekosten benötigt werden. Das Messkonzept soll aufzeigen, wie die erforderlichen Daten über den Energie- und Wasserverbrauch von den verschiedenen Zielen des Energiemanagements erhoben werden. Es ist auch die Voraussetzung für die Verrechnung der Energiekosten sowie auch für die Optimierung des Betriebs.

Die Ziele des Messkonzepts sind:

1. Verbrauchsabhängige Energieverrechnung
2. Energiemanagement und Betriebsoptimierung
3. Wertegarantie bei der Abnahme
4. Erneuerungen von Messanlagen

Die grundlegenden Fragen die dazu zu beantworten sind lauten:

1. Wer soll Bescheid wissen, wie viel Energie er verbraucht hat und wie viel sie kostet?
2. Welche erforderlichen Daten für die Bemessung geplant werden für das Energiemanagement?

Das bedeutet, dass die Messgrößen, die erforderlichen Messungen, die Ablesehäufigkeiten und die Genauigkeit der Messung bestimmt bzw. festgelegt werden müssen. Für die verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung (VHKA) gibt es eine gewisse Größe, die gesetzlich vorgeschrieben und für die Messungen erforderlich ist.

Für die Betriebsoptimierung sind die Messungen aber nicht verpflichtend, jedoch für die Überwachung der Anlagen. Es geht darum, einen unnötigen Energieverbrauch zu verhindern sowie Kennzahlen und Statistiken für die Kostenzuordnung nutzen zu können. (Hubbuch und Jäschke Brühlhart, 2014)

8.2 Nutzung von Sensoren

"Für einen drahtlosen Informationsaustausch zwischen Maschinen müssen Kommunikationssysteme über völlig neuartige Eigenschaften verfügen, wie etwa kurze Latenzzeiten, eine definierte

Fehlerwahrscheinlichkeit, eine Schnittstelle zu Steueralgorithmen und eine hohe Zuverlässigkeit in anspruchsvollen Umgebungen." (ait.ac.at, 2019, S. 1).

"Sensoren sind die „Augen“ der Fabrik – als Schnittstelle zur Außenwelt sammeln sie Daten, die für eine moderne Anlage notwendig sind.“ (elektrotechnik.vogel.de, 2019, S. 1).

Sensorik steht für die Messung von nicht elektrischen Größen. Sie wandeln die physikalischen Effekte in elektronische Größen. Die Arbeitsweise vieler Sensoren ist seit langem bekannt und wird seit den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts zur Licht- bzw. Temperaturmessung eingesetzt. Es gibt Sensorelemente und Sensorensysteme, der Unterschied dabei ist:

Sensorelement: Messfühler, die eine physikalische Größe in ein elektrisches Signal umsetzen.

Sensorensysteme: enthalten den Gehäusen mit eingebauten Sensorelementen.

Die Entwickler sollen entscheiden, ob sie Sensorelemente oder Sensorensysteme für die Entwicklung von elektronischen Regel- und Steuersystemen nutzen müssen. (Bernstein, 2013)

Für die Digitalisierung und Industrie 4.0 sowie IoT sind Sensoren sehr wichtig zur Umwandlung von analog zu digital bzw. zur Messung verschiedener physikalischer oder chemischer Eigenschaften. Es gibt viele verschiedene Arten und Funktionsweisen von Sensoren. Die Sensoren messen einen Wert und leiten diese zur Datenverarbeitung weiter. Die Datenverarbeitung kann manuell sein, über geschulte Personen oder digital gemacht werden. Der größte Teil ist heute digital. Deshalb sind Sensoren die Schnittstelle zwischen Datenverarbeitung und der Außenwelt eines Systems. Sie sind nicht Bestandteil, aber sie sind in einem Regelkreis, der zum Steuern und Kontrollieren ist. Es gibt verschiedene Arten von Sensoren für unterschiedliche Messgrößen wie Feuchtigkeit, Druck, Wärme, Kälte, Dehnung, Temperatur usw.

Die Funksensoren sind komplexer als die klassischen Sensoren, die elektromagnetische Messwerte aufnehmen können. Die fortgeschrittene Technologie hat die elektronischen Bauteile entwickelt und es ermöglicht, diese preiswert zu kaufen. (elektrotechnik.vogel.de, 2019)

Messtechnik GmbH & CO KG entwickelt Sensorsysteme. Dabei produziert das Unternehmen das ganze Gehäuse mit den integrierten Sensoren, wie den elektronischen Heizkostenverteiler EHKVE sowie den Wasserzähler.

8.3 Funktechnik

Heutzutage ist die Funktechnik ein Bestandteil unseres Lebens. Die drahtlose Übertragung von Sprache und Daten über die Luft erfolgt z.B. über Fernsehen, Radio, Mobilfunk oder Computernetzwerke. Im Jahr 1886 hat Heinrich Hertz aufgezeigt, wie wir die Übertragung von elektrischen und magnetischen Feldern machen können. Am Anfang wurde über eine kurze Distanz ein Signal übertragen, später dann mit langen Drähten (Schnabel, 2015).

Funktechnologie für IoT

Wenn man über IoT und seine Applikationen und Geräte spricht, dann wird klar, dass das Datenvolumen sowie die Übertragungsgeschwindigkeit erforderliche Änderungen in der

Kommunikationsarchitektur mit sich bringen. Es gibt das sogenannte "5 G", welche für diese neue Technologie stehen und unterschiedliche Herausforderungen mit sich bringen, wie (Müller, 2016):

- **Breitband**

für die größere Übertragung von Datenvolumen sowie die mobile Sendung und den Empfang von Fotos und Videos. Je mehr Daten in der Cloud liegen, umso mehr und schneller müssen diese Daten auf mobile Endgeräte übertragen werden. Gleichzeitig sollte auch die Abwicklung von geringen Bandbreiten mit sehr geringer Leistung auskommen. Diese Technologie wird als "Ultra-Narrow"-Bandbreite bezeichnet. Ein Beispiel dafür sind die IoT-fähigen Sensoren, die in der Landwirtschaft auf Feldern Daten über mehreren Jahren senden. Hier werden geringe Datenmenge gespeichert, jedoch eine lange Batterielaufzeit benötigt. Gartner (2019, S.1) hat das 5G so definiert: "5G is the next-generation cellular standard after 4G. It has been defined across several global standards bodies, including the International Telecommunication Union (ITU), 3GPP and ETSI. The official ITU specification, International Mobile Telecommunications-2020, targets maximum downlink and uplink throughputs of 20 Gbps and 10 Gbps, respectively; latency below 5 ms endpoint to RAN; and massive scalability, although initial deployments may be less ambitious. New system architecture includes core network slicing and edge computing."

- **Hohe Gerätedichte**

Das erfordert eine andere Infrastruktur für die zunehmende Anzahl von kommunizierenden Geräten über Mobilfunk. Die Herausforderung dafür ist, dass jeder einzelne Teilnehmer eine ausreichende Bandbreite haben soll.

- **Geringe Latenzzeit**

für IoT-Anwendungen, die ausreichende Schnelligkeit der Reaktionszeiten von einem IoT-Gerät in das IoT- Backend oder mit einem anderen Gerät sicherstellen müssen.

Fernablesung

Die modernen Funkssysteme ermöglichen das Ablesen von Zählern aus der Ferne und führen zu effizientem Energiemanagement. Diese gibt es immer öfter in Liegenschaften, da sie dem Hausbewohner sehr viel Komfort bieten, da der Eintritt in die Wohnung nicht mehr nötig ist. Dadurch kann auch Zeit gespart werden (Termine ausmachen, fällige Termine ... usw.). Die Fernablesung hängt von funkfähiger Messtechnik und der Datensammlung (Netzwerk) ab. Die funkfähigen Geräte übermitteln die Daten täglich oder viertelstündlich an den Datensammler im Flur. Dann werden über einen zentralen Datensammler alle Werte gesammelt und an die Zentralrecheneinheit übermittelt (DACOS). Die energiepolitischen und die rechtlichen Rahmenbedingungen werden in Zukunft stärker eine Rolle spielen (BundesBauBlatt, 2019a).

"Ab Oktober 2020 neu installierte Zähler und Heizkostenverteiler sollen fernablesbar sein. Hausbewohner in den EU-Staaten haben ab 2022 ein Recht auf monatliche Verbrauchsinformationen." (minol.de, 2019).

Für die Energieeffizienz in Europa gibt es neue Regeln. Die novellierte Energieeffizienz- Richtlinie (EED, European Energy Direktive) hat 2018 das offizielle Amtsblatt der EU veröffentlicht und Zeit bis Oktober 2020 gegeben, um die EED-Vorgaben umzusetzen. Das Hauptziel ist es, bis 2030, den Verbrauch gegenüber 2007 um 32,5% zu senken. Das Verbrauchsverhalten der Bewohner in Hinblick auf die Energieeffizienz in Gebäuden kann durch eine höhere Transparenz verbessert werden. Die Bewohner sollen besser nachvollziehen können, wie sich ihr Verhalten auf die Energiekosten auswirkt, um dann die Senkung des Verbrauchs sowie der Kosten zu ermöglichen (BundesBauBlatt, 2019b).

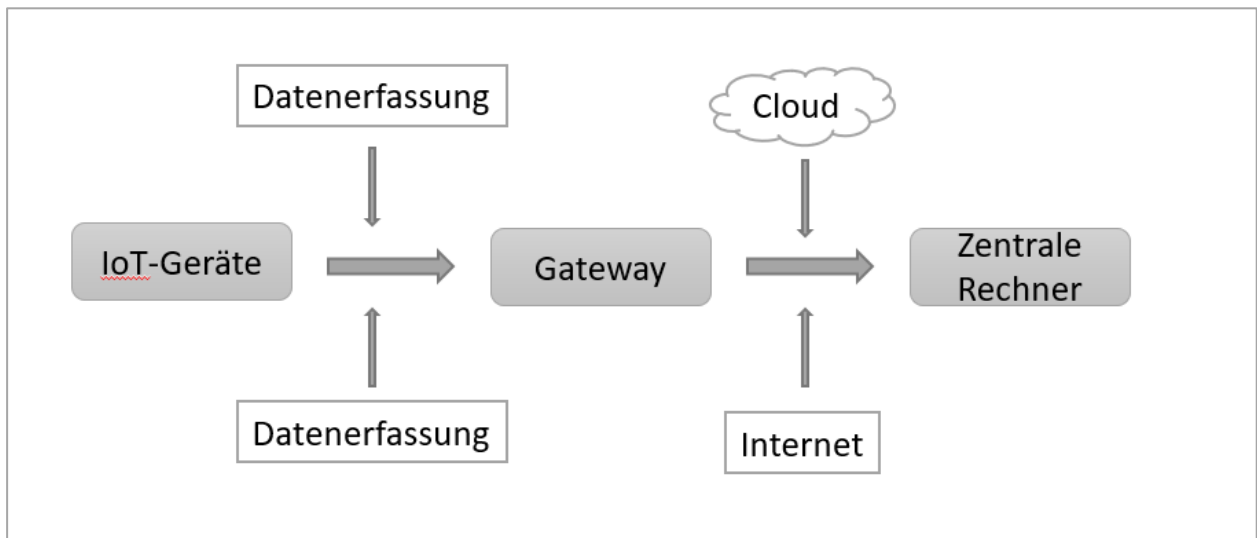


Abbildung 20: Darstellung von Datenerfassung und Übertragung bis zu der Speicherung auf den Zentrale Rechner über das Gateway (Eigene Darstellung, 2019)

M-bus

M-Bus (Meter-Bus) ist ein definierter Datenbus, der speziell für die schnelle und fehlerfreie Ablesung von Verbrauchsmessgeräten entwickelt wurde. Es wurde nach der europäischen Norm EN 1434-3 entwickelt, welche die Fernablesung als Funkübertragung sowie auch den Draht-Bus ermöglicht (Siehe Abbildung 21). Das System besteht aus 2 Teilen:

1. Verpolungssichere 2 adrige Leitung
2. M-Bus Zentrale bzw. M-Bus Pegelwandler, die mit allen Verbrauchsmessgeräten verbunden werden.

Die Auslesung der Verbrauchswerte erfolgt entweder lokal via Notebook, direkt an die M-Bus Zentrale bzw. am M-Bus Pegelwandler oder per Datenfernübertragung (Telefonleitung) mittels Modems direkt vom Zentralbüro des Unternehmens aus (Messtechnik GmbH, 2019c).

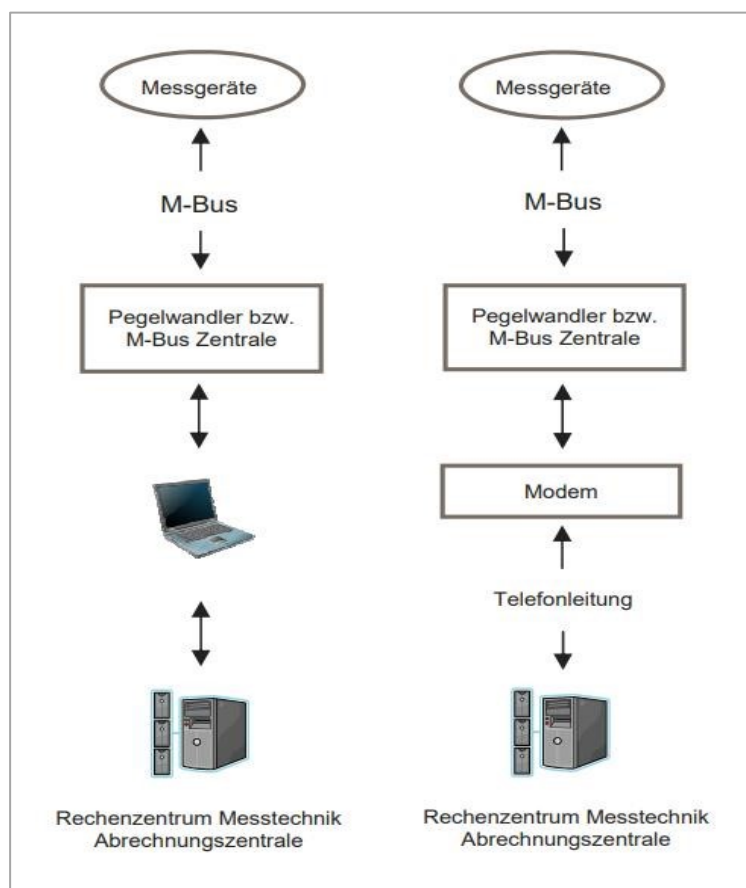


Abbildung 21: Typische M-Bus Installationen (Messtechnik GmbH, 2019c, S. 2)

M-Bus Vorteile (Messtechnik GmbH, 2019c):

3. Betreten der Wohnung ist nicht mehr notwendig (Fernablesung)
4. Privatsphäre der Nutzer bleibt gewahrt
5. Anwesenheit der Wohnungsnutzer ist nicht mehr notwendig, außer bei klassischen Geräten (keine Funkfähigkeit)
6. Fehlerfreie Auslesung möglich
7. Es fallen keine Lizenzkosten an
8. Keine speziellen Kabel nötig
9. Störungen der Erfassungsgeräte werden erkannt und protokolliert
10. M-Bus besitzt eine große Reichweite

8.4 Datenerfassung, Datenspeicherung und -übertragung

Es gibt folgende Anforderungen an die Daten bezüglich Monitoring, Wartung sowie bei der Erfassung und Übertragung:

- regelmäßige Erfassung der Daten und interne Speicherung
- kontinuierliche Übertragung, um schnelle Wartung von Problemen und Störungen gewährleisten zu können
- Darstellung und Erfassung der Daten in geeignetem Format
- rechtzeitige automatisierte Warnung bei Fehlfunktionen
- automatische Informationen bei interessantem Ereignis
- Zuverlässigkeit
- hohe Flexibilität, um auf die benötigten Änderungen während des Messzeitraums reagieren zu können
- Finanzierbarkeit

Die Daten von IoT-fähigen Geräten, die mit Sensoren für Temperatur, Windstärke, Oberflächen, Abfluss usw. gemessen werden, laufen in einen Gateway-Rechner. Als Sicherung gegen einen Datenverlust bei längerem Ausfall der Internetverbindung werden die Daten lokal auf einem Speicherstick gespeichert. Dieser Stick wird als interne Micro SD-Karten genutzt. Bei erneuter Verfügbarkeit der Internetbindung werden die nicht übertragenen Daten automatisch nachsynchronisiert, sodass auf der Cloud ein vollständiger Datensatz vorhanden ist.

Die Daten über das Gateway werden an den Zentralrechner in naher Echtzeit gesendet und gespeichert (Siehe Abbildung 20). Zur Sicherung dieser Übertragung von Daten werden diese vor der Sendung verschlüsselt. Dies könnte auch über ein Web-Service bewerkstelligt werden, bei dem sich die Nutzer anmelden müssen und dann die benötigten Daten abrufen können oder bei dem die Messdaten monatlich oder jährlich aufgezeigt werden (Heller und Teschemacher 2018b).

8.5 Einfluss des IoT auf Messtechnik GmbH & CO KG

"Alle Komponenten des Funksystems REDAC verfügen über die vorgeschriebenen funktechnischen Gerätezulassungen und sind elektromagnetisch unbedenklich." (Messtechnik GmbH, 2019b).

8.5.1 Messgeräte-Entwicklung im Unternehmen

Messtechnik-Unternehmen nutzen die Messtechnik-Tools als Basis für die Geräteentwicklung. Sensoren und Funktechnologie spielen eine große Rolle in der Ablesung des Wasser- bzw. Wärmeverbrauchs. Die Entwicklungen in der Funktechnik ermöglichen die Fernablesung, ohne Wohnungen betreten zu müssen. Das Unternehmen entwickelt ein Funksystem (REDAK), welches zur Datenfernablesung von Verbrauchsmessgeräten dient. Es erfasst die Verbräuche aller Mess- und Verteilergeräte im Haushalt und sendet diese drahtlos an das DACOS (Data Collection System). Es gibt DACOS ohne GPRS-Link, welche als Datensammler von Funkgeräten im Haushalt/ Flur (für große Gebäude werden mehrere DACOS genutzt) arbeiten und die Daten an andere DACOS-Stationen, die mit GPRS-Link integriert sind, senden. DACOS

mit GPRS sendet die Daten über das Internet an den zentralen Server des Unternehmens. Dort werden die Daten gespeichert und für verschiedene Dienste vorbereitet. Das System besteht aus (siehe Abbildung 26) (Messtechnik GmbH, 2019b):

1. Funk-Heizkostenverteiler
2. Funk-Wärmezähler
3. Funk-Wasserzähler
4. DACOS
5. GPRS

Die Messtechnik GmbH & Co KG arbeitet mit vielen Gerätetypen, z.B. mit Heizkostenverteilern, Wasserzählern und Wärmezählern. Für jeden Typ gibt es klassische und integrierte Geräte, beispielsweise Wasserzähler zur manuellen Ablesung oder mit integriertem Funkmodul. Für diese Arbeit werden 4 wichtige Gerätetypen der Messtechnik GmbH & Co KG erklärt und beschrieben.

Die Entwicklung der hauseigenen Geräte hat 2010 begonnen. Nach 2 Jahren Entwicklungs- und Testphase wurden die ersten Geräte im Feld eingesetzt.

Heizkostenverteiler, Wasser- und Wärmezähler wurden von klassischen Modellen zu integrierten Modellen umgebaut. Die Geräte sind mit einer Funk-Fernablesung der erfassten Messwerte ausgestattet.

1. Heizkostenverteiler

Der elektronische Heizkostenverteiler RU-2 (Radio unidirectional) ist geeignet für alle üblichen Heizkörpermodelle bzw. alle Arten von Heizungsanlagen. Dieses Gerät (siehe Abbildung 22) ist das weiterentwickelte Modell zur klassischen Version.

Der RU-2 erfasst die Temperatur der Radiatoroberfläche sowie der Raumluft permanent mit zwei separaten Temperatursensoren. Der Microcontroller, der im Gerät integriert ist, errechnet den Wärmeverbrauch des Heizkörpers. Die Daten werden automatisch per Funk an die DACOS-Station gesendet.

Der Heizkostenverteiler verfügt über eine große Speicherkapazität: Es werden die letzten 14 Tageswerte, die letzten 18 Monatswerte, die letzten 3 Jahreswerte sowie die höchsten und niedrigsten gemessenen Radiator- und Raumtemperaturen jedes Monats gespeichert.

Die Produktionskapazität des Heizkostenverteilers RU-2 beträgt derzeit circa 50.000 Stück jährlich, die Tendenz ist steigend (Messtechnik GmbH, 2019d).



Abbildung 22: RU-2 (selbst aufgenommen, 2019)

2. Wasserzähler (WMRA1)

Der Wasserzähler ist sowohl als Kaltwasserzähler (bis 30 °C) als auch als Warmwasserzähler (bis 90 °C) erhältlich. Mit einer Magnetkupplung erfolgt die Übertragung vom Flügelrad zum Zählwerk. Diese Wasserzähler sind modular für verschiedene Technologien aufrüstbar. Der Zähler kann vor Ort abgelesen werden oder mit einem Funk-, M-Bus- (Meter-Bus-) oder Impuls-Modul für die automatisierte Ablesung erweitert werden. Diese Erweiterungen ermöglichen den problemlosen Datenaustausch zwischen Wasserzähler und einer entsprechenden Datensammelstation. Das Funkmodul WMRA1 (Water Meter Radio Adapter Type 1) ist die ideale Erweiterung für die Funk-Fernablesung (Messtechnik, 2019e).

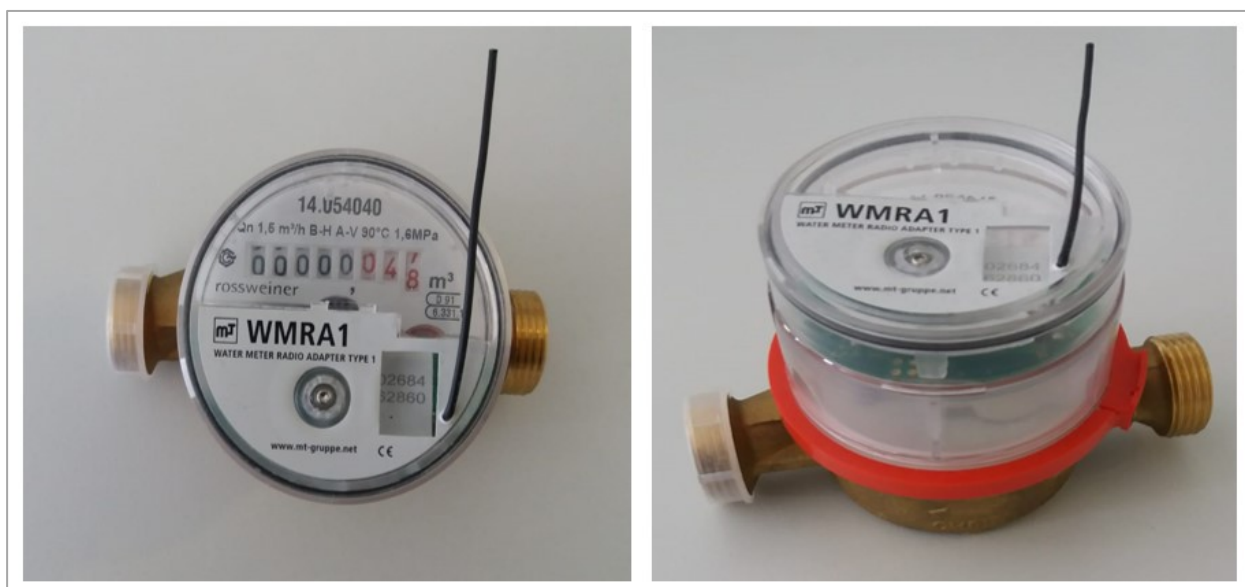


Abbildung 23: Wasserzähler (selbst aufgenommen, 2019)

3. Wärmehähler (ELF)

Die optimale Messung des Wärmeenergieverbrauchs ist mit einem Wärmehähler möglich. Er dient zur Messung der verbrauchten Wärmeenergie in Gebäuden oder Wohnungen. Der elektronische Wärmehähler misst die Durchflussmenge und die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Er errechnet aus diesen Werten die resultierende Wärmemenge und zeigt diese auf dem Display in der physikalischen Einheit kWh (Kilowattstunde) oder MWh (Megawattstunde) an. Auch hier ist eine modulare Erweiterung (Funk oder M-Bus) möglich, um die Messwerte an eine Datensammelstation zu übertragen (Messtechnik, 2019d).



Abbildung 24: Wärmehähler Messtechnik ELF inklusive Funkmodul (selbst aufgenommen, 2019)

4. Data Collection System (DACOS)

Das Data Collection System DACOS ist das Herzstück bei der Erfassung von Wärme- und Wasserverbrauchswerten. Es empfängt permanent die Funktelegramme von elektronischen Heizkostenverteilern RU-2, Wasserzählern mit der modularen Erweiterungen WMRA1 und Wärmehzählern mit der modularen Erweiterungen HMRA1 und speichert diese.

Die Datensammelstation DACOS ist frei zugänglich im Gebäude situiert (Treppenhaus... usw.) um ein Ablesen jederzeit ohne Betreten der entsprechenden Wohnung zu ermöglichen.

In größeren Gebäuden werden mehrere DACOS Stationen verwendet. Sie bilden dabei ein Netzwerk, in dem alle Verbrauchswerte synchronisiert werden. Dazu kommunizieren alle Stationen untereinander um sicher zu stellen, dass alle Verbrauchswerte auf jeder einzelnen Sammelstation verfügbar sind.

Die Datensammelstation DACOS wiederum kann durch ein GPRS-Link Modul (General Packet Radio Service) erweitert werden. Diese Aufrüstung ermöglicht die automatische Datenübertragung der Verbrauchsdaten innerhalb einer DACOS Station an den Messtechnik-Server. Diese Entwicklung ermöglicht die Implementierung von Smart-Submetring-Systemen mit Energiemonitoring. (Messtechnik, 2019a)



Abbildung 25: Datensammler DACOS inklusive GPRS-Links (selbst aufgenommen, 2019)

Der Vorteil eines GPRS-Links besteht darin, dass kein Betreten des Gebäudes sowie auch keine „Vor-Ort“-Ablesungen mehr nötig sind.

Abbildung 26 zeigt sowohl die Kommunikation zwischen den Einzelgeräten (Heizkostenverteiler, Wasser- und Wärmehzähler) und der Datensammelstation (DACOS) im Gebäude, als auch die Kommunikation zwischen einer Datensammelstation eines Gebäudes und dem Messtechnik-Zentralserver via GPRS-Link.



Abbildung 26: REDAC- Funksystem (Messtechnik, 2019b)

Die Geräte und Funkkomponenten des Fernablesungssystems REDAC wurden streng geprüft. Die Zulassung erfolgt auf Basis umfangreicher Prüfungen der angesehenen „Seibersdorf Laboratories“. Der RU-2 ist mit einem Funkchip integriert, der im 868 MHz Frequenzbereich arbeitet. Das Short Range Devices (SRD)-Band, welches für verschiedene Funk-Anwendungen wie das Babyphone dient, wird für die Übertragung genutzt. RU-2 ist mit 1 Milliwatt (mW)-Sendeleistung im Vergleich zu anderen Funk-Anwendungen wie z.B. dem Babyphon (40 mW), dem Mobiltelefon (2000 mW) sind sehr viel höher und stärker (siehe Abbildung 27). Der Funkchip des RU-2 verschickt in einer halben Sekunde, alle zwei Stunden, ein Funkprotokoll. Der Betrieb ist immer nur für diese kurze Zeit aufrecht und wird nach der Datentelegramme-Übertragung sofort wieder abgeschaltet (Messtechnik, 2019b).

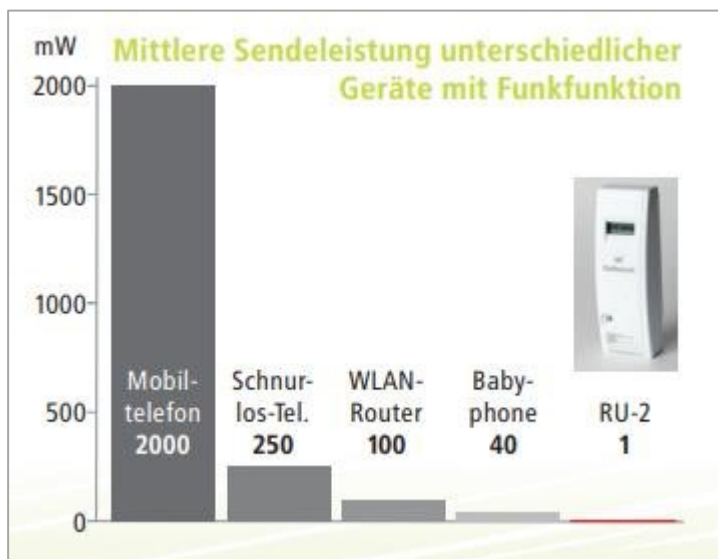


Abbildung 27: Mittlere Sendeleistung Vergleich zwischen RU-2 und andere Funk-Geräte (Messtechnik GmbH, 2019b, S. 2)

Die verschiedenen Geräte des REDAC- Funksystems verfügen über eine sehr kleine Batterie, mit der dennoch die Messfunktionen sowie die Übertragung der Funk-Telegramme für einen Zeitraum von über 10 Jahren sichergestellt ist. Diese lange Laufzeit kann nur erreicht werden, wenn die Elektronik-Geräte sehr stromsparend arbeiten, die Sendeleistung extrem klein und die Dauer der Funk-Telegramme sehr kurz ist. (Messtechnik GmbH, 2019b)

8.5.2 Neue Dienstleistungen/Services

Neue Services werden sowohl für interne als auch für externe Zwecke entwickelt: Intern für die Mitarbeiter, zur Überwachung und Kontrolle der Messwerte sowie auch, um die Verrechnungen durchführen zu können; extern für den Kunden, sowohl zur Kontrolle der Daten und des Verbrauchs, auch als Alarm bei einem zu großen Verbrauch.

Als ein Beispiel soll der Dienst WebMon genannt und dessen Idee nachfolgend erklärt werden.

WebMon

Das IoT ermöglicht den Aufbau dieses Smart Services in Messtechnik GmbH & CO KG. Auf Basis der Digitalisierung und der neuen Technologien (siehe Kapitel Enabling Technology) hatte das Unternehmen die Chance, neue Services zu entwickeln, wie eben WebMon. Es handelt sich hier um einen Kunden/Hausverwaltungsservice, bei welchem die Daten als monatliche oder jährliche Statistiken abrufbar sind. Klassische Geräte haben diese Möglichkeit nicht, da die Ablesung jährlich und manuell erfolgt. Dieses Service wurde erst nach der Implementierung von IoT im Unternehmen als neue Dienstleistung entwickelt. Sie basiert auf der Digitalisierung und der Verbindung von Geräten über das Internet und ermöglicht es nun, regelmäßig aktuelle Daten zu bekommen, wodurch ein Transparenz-, Kontrolle- sowie Steuerungsprinzip gewährleistet ist. Die Messtechnik GmbH & CO KG reagiert auf unterschiedliche Kundenanforderungen und bietet unterschiedliche Dienste für den Wasser- und Energieverbrauch in mehrere Länder an.

Die Funktionsweise diese Services wurde erst durch die Entwicklung und die Integration von IoT-Produkten möglich. Erst das IoT ermöglicht Echtzeitdaten, regelmäßige Datenerhebung, Fehlertoleranz usw. sowie auch die Überwachung und die Kontrolle der Geräte, folglich auch das schnelle reagieren bei defekten Produkten.

EndNutzer-WebMon

Die Informationen und Statistiken helfen dem Benutzer, seinen Energie- oder Wasserverbrauch auf Grundlage der Daten zu kontrollieren und - wenn nötig - auch zu reduzieren. Dies erhöht unter anderem die Transparenz des Unternehmens im Umgang mit seinen Kunden.

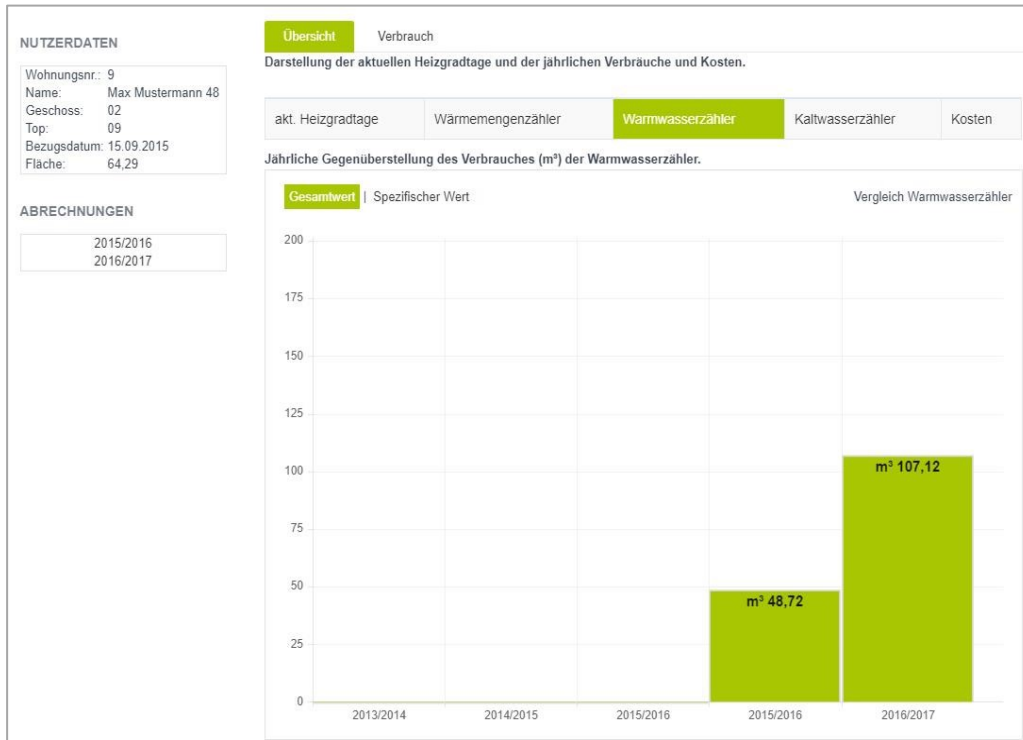


Abbildung 28: WebMon Endnutzer-Ansicht (Messtechnik GmbH, 2019e)

In der Abbildung 28 sieht man die WebMon Endnutzer-Ansicht. Der Benutzer findet nach erfolgreichem Login seine Stammdaten (Name, Wohnungsnummer, Adresse, Bezugsdatum und Fläche der Wohnung) sowie die unterschiedlichen Ansichten für die verschiedenen Geräte. Er kann zwischen den Geräten navigieren und die dazugehörigen Diagramme für den jährlichen Verbrauch anschauen.

Hausverwaltung-WebMon

Diese ermöglicht der Hausverwaltung die Datenüberprüfung und Steuerung für jede Wohnung oder jedes Objekt sowie die Erstellung von Statistiken und Berechnungen des eigenen Wasser- oder Energieverbrauchs.



The screenshot shows the 'Objektauswahl' (Object Selection) interface. It includes a search bar, a table of objects, and navigation controls. The table lists four objects with their respective details.

Objektnummer	Adresse	Postleitzahl	Ort	Periode	Warnhinweis ab
1548	VARNHAGENGASSE 1-3	1220	WIEN	30.06.2019	5,00%
999997	MUSTERSTRASSE 3	9999	MUSTERORT	30.06.2018	5,00%
999998	MUSTERSTRASSE 2	9999	MUSTERORT	30.06.2018	5,00%
999999	MUSTERSTRASSE 1	9999	MUSTERORT	30.06.2018	5,00%

1 zu 4 von 4 Datensätzen anzeigen

Abbildung 29: WebMon objektliste für angemeldete Hausverwaltung (Messtechnik GmbH, 2019e)

Nach dem Login bekommt der Hausverwalter eine Objektliste, wie in Abbildung 29, zu sehen ist.

Er kann nun ein Objekt markieren und auf ein Excel-Symbol  klicken, um alle Daten eines Objekts in eine Exceldatei zu bekommen. Eine weitere Möglichkeit wäre das Klicken auf das Statistik-Symbol , um sich diese für ein Objekt betrachten zu können (siehe Abbildung 30)

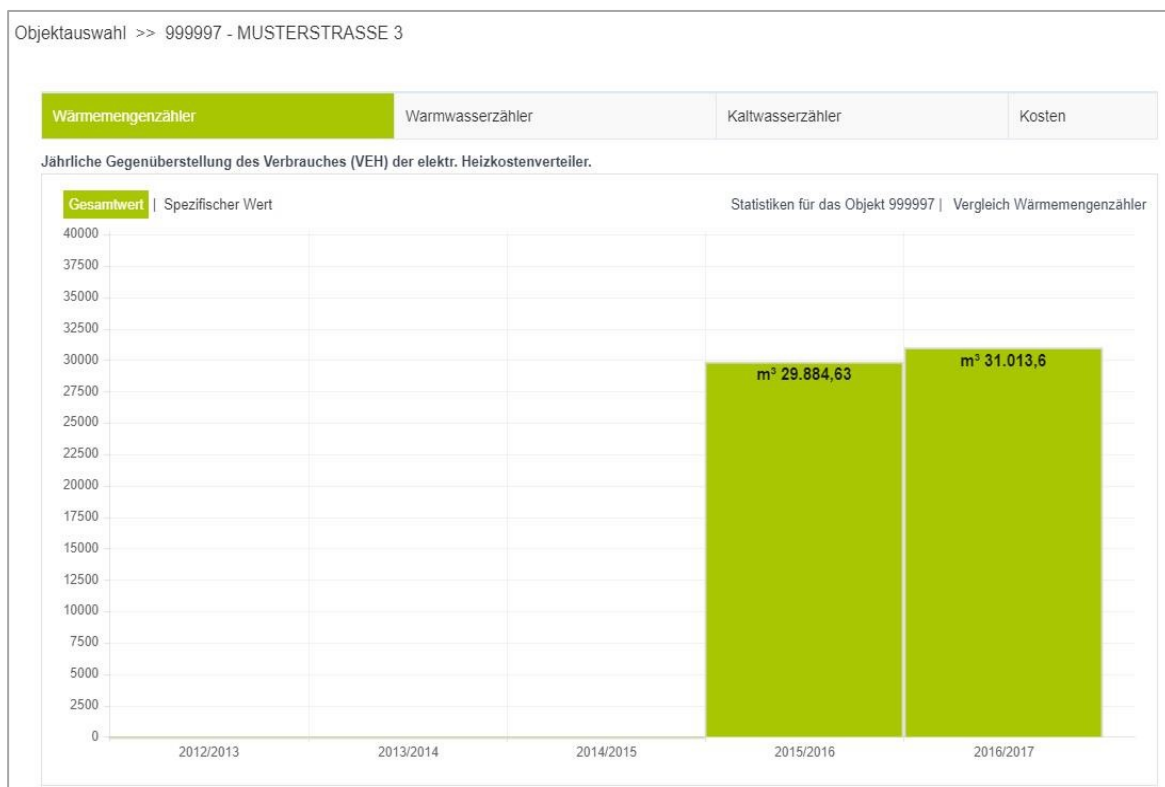


Abbildung 30: Statistik für einen ausgewählten Objekt (Messtechnik GmbH, 2019e)

Abbildung 31 zeigt eine Liste aller Wohnungen eines Objekts in unterschiedlicher Farbe (die Farbenbedeutung sieht man links, die des Verbrauchs des ganzen Objekts in Prozent).

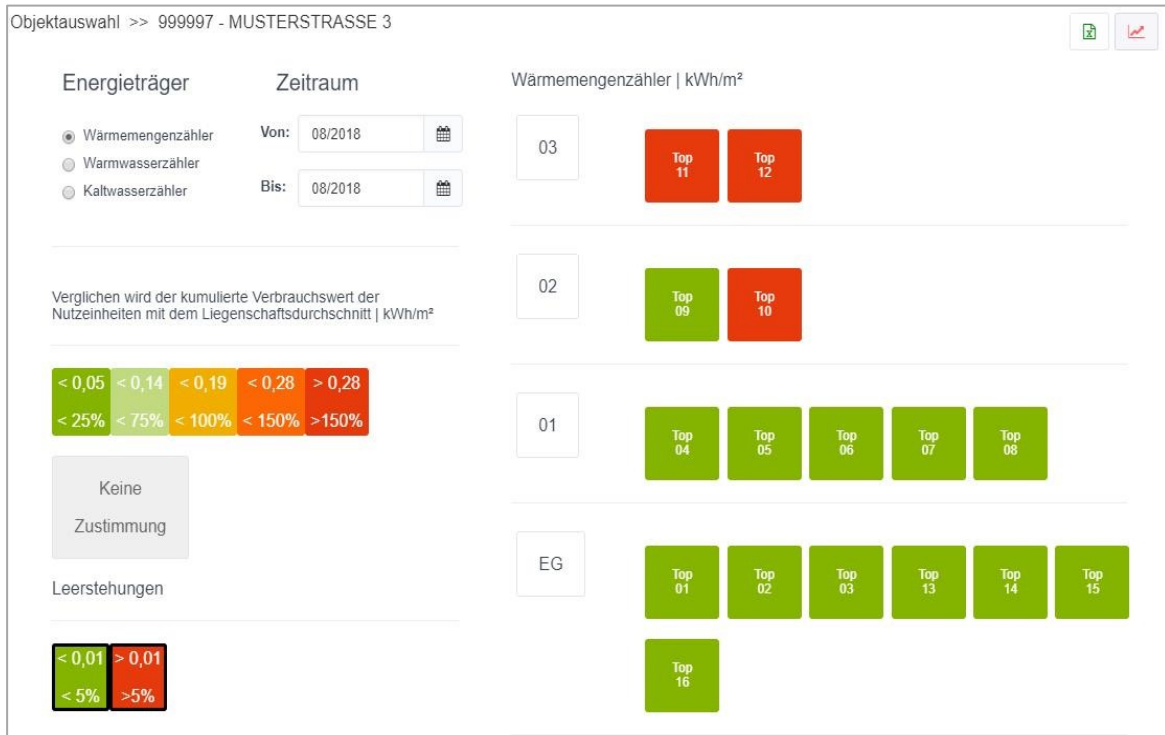


Abbildung 31: Beispiel für die Wohnungsliste eines Objektes (Messtechnik GmbH, 2019e)

Man kann auch eine Wohnung markieren und dann auf Statistik oder Excel klicken, wie auf Abbildung 32 deutlich wird.

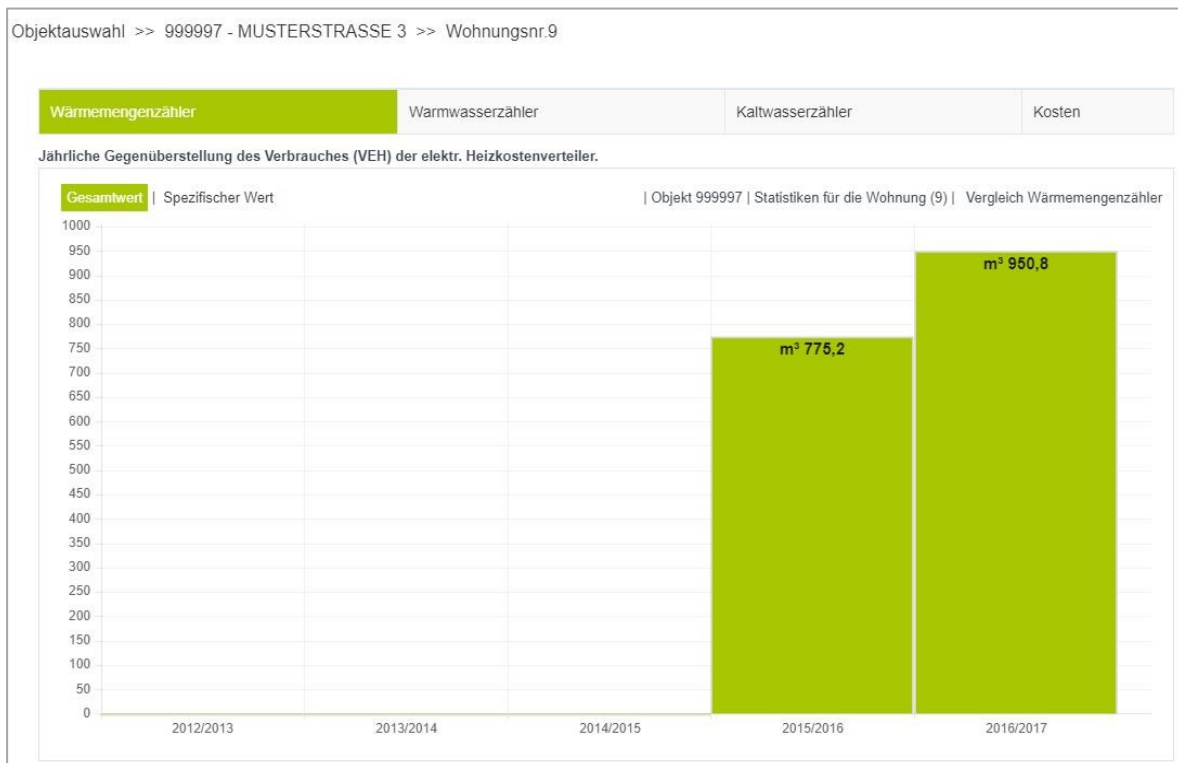


Abbildung 32: Beispiel für die Statistik einer Wohnung (Messtechnik GmbH, 2019e)

Objektauswahl >> 999997 - MUSTERSTRASSE 3 >> Wohnungsnr. 11

10 Einträge pro Seite

Suche

Name	Bezugsdatum	Auszugsdatum	EDV-Nr.
Max Mustermann 50	15.10.2015		999997010111
Max Mustermann 12	15.09.2015	14.10.2015	999997010110

1 zu 2 von 2 Datensätzen anzeigen

< Vorherige 1 Nächste >

Abbildung 33: Beispiel für Wohnungsmieterliste einer Wohnung (Messtechnik GmbH, 2019e)

Bei einem Doppelklick auf eine Wohnung erscheint eine Mieterliste für diese Wohnung. Man kann einen Mieter auswählen und mit einem weiteren Doppelklick erhält man die Statistik für die entsprechende Wohnung, wie in der Abbildung 28 deutlich wird.

WebMon ist nicht nur ein Webdienst, sondern ist auch als Applikation (App) zum Herunterladen für das Handy verfügbar. Die App ermöglicht es dem Kunden, Beratungstermine auszumachen. Er kann zudem die Funktion einschalten, um neue Berechnungen bzw. Abrechnungen, wenn vorhanden, zu erhalten.

8.5.1 Zusammenfassung

IoT spielt eine große Rolle in der Entwicklung der Messtechnik GmbH & CO KG. Es hat die Geräte verändert, und auf seiner Grundlage wurden auch neue Geräte entwickelt. Die Entwicklung ging hierbei von klassischen zu digitalen Geräten, die miteinander kommunizieren und Daten über das Internet übertragen können. Daraus resultieren neue Dienste wie „WebMon“, das aufgrund dieser Änderungen entwickelt wurde. Dieses Kapitel beschreibt den Einfluss eines IoT-Einsatzes auf das Unternehmen. Daher lautet die Frage, welche Aspekte beim IoT-Einsatz betrachtet werden sollen. Um diese Aspekte zu identifizieren, werden verschiedene Methoden, qualitative oder quantitative, ausgewählt, um Befragungen zu erstellen. Sollen Online- Befragungen oder Interviews mit offenen Fragen durchgeführt werden, um die Aspekte beim IoT-Einsatz zu erkennen und zu bestimmen? Diese Methoden werden im nächsten Kapitel „Methodenwahl“ beschrieben und erörtert, welche von ihnen für diese Arbeit ausgewählt wurden.

9 METHODENWAHL

Diese Arbeit beinhaltet eine empirische Analyse des Einsatzes des Internet der Dinge (IoT) im Messtechnik-Bereich. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden mehrere Methoden wie eine Umfrage, Interviews, Beobachtungen, Literaturarbeit, die Experteninterviews sowie eine Gruppendiskussion usw. herangezogen (Scribbr.de, 2019).

9.1 Forschungsfrage

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Forschungsfrage „Welche Aspekte entscheiden über den Einsatz von IoT im Bereich der Messtechnik?“ Um diese Frage beantworten zu können, sollen folgende Punkte beachtet werden:

1. Form der Datenerhebung durch Auswahl des geeigneten Ansatzes: quantitativer oder qualitativer Ansatz
2. Kriterien festlegen z.B. das Ziel, den Ort und die Art der Evaluation usw.
3. Tools für die Datenerhebung auswählen
4. Daten aufbereiten und auswerten
5. Ergebnisse präsentieren

9.2 Auswahl der Methoden

In der Wissenschaft unterscheidet man zwischen quantitativen und qualitativen Ansätzen. Der quantitative Ansatz ist abstrakt und beschäftigt sich immer mit Zahlen. Der qualitative Ansatz hingegen versucht die Zusammenhänge, Kausalitäten, Interpretationen und Einschätzungen von vorliegenden Daten zu erfassen (Nuisl, 2010).

Die vorliegende Arbeit nutzt beide Ansätze zur Beantwortung der Forschungsfrage. Quantitativ, um die Meinungen bzw. Eindrücke der Nutzer zu den entwickelten Produkten bzw. die Nutzung der neue Dienste zu erfassen und den qualitativen Ansatz, um die Meinungen der Experten zur Umsetzung und Entwicklung von Produkten und Diensten in der Messtechnik GmbH & CO KG herausfinden zu können.

9.2.1 Methoden Kriterien

Die Kriterien zur Auswahl der Evaluationsmethoden hängt von den folgenden Punkten ab:

- Ziel der Evaluation: Einfluss des IoT-Einsatzes auf das Unternehmen sowie auch auf die Kunden des Unternehmens
- Durchführung der Evaluation: In dieser Arbeit wird die Methode der online Umfrage genutzt und es werden Interviews mit den Entwicklern des Unternehmens durchgeführt.

- Evaluationsteilnehmer: Kunden und Entwickler in der Messtechnik GmbH & CO KG
- Datensammlung: zu den neuen IoT-Produkten und Diensten. (Hegner, 2003)

9.2.2 Datenerfassungsmethoden

Es gibt verschiedene Datenerfassungsmethoden (Hegner, 2003):

- **Logging Actual Use**

Ein automatisches Protokoll für das Verhalten eines Systems wird von Erfassungssystemen erstellt. Das Erfassungssystem erfasst alle interaktiven Daten.

- **Incidents**

Während des Tests eines Systems füllt der Benutzer einen Mini-Fragebogen aus, wenn ein Problem bei der Nutzung des Testsystems/ -objekt auftritt. Eine Frage kann z.B. sein: Welches Problem ist aufgetreten ist, wie schwer ist das Problem (welche Stufe), wie wird es gelöst ... usw.

- **Videoaufzeichnung**

Hiermit kann eine detaillierte Analyse der Interaktionssituation durchgeführt werden.

- **Befragungsmethoden**

Es gibt eine schriftliche Befragung (Fragebögen) sowie auch eine mündliche Befragung (Interview). Die beiden Methoden erheben die Meinungen und Einstellungen des Benutzers.

Fragebogen:

Vorteile

- Standardisierung
- Einfluss des Interviewers fehlt
- Anonymität
- Geringer Zeitaufwand
- Geringer Erhebungsaufwand

Nachteile

- Unvollständige Daten: Es gibt keine Möglichkeit, bei den Befragten nachzufragen, im Gegensatz zur mündlichen Befragung.
- Mangelnde Flexibilität: Keine individuellen Antwortvarianten

Interview:

Formen von Interviews

nach der Standardisierung: strukturiert, halb strukturiert, unstrukturiert

nach der Art des Kontaktes: direkt, telefonisch, schriftlich

nach dem Autoritätsanspruch des Interviews: weich, neutral, hart

Vorteile

- Flexibilität: Der Interviewer kann, wenn notwendig, Fragen stellen.
- Informationen aus nonverbalen Reaktionen wie Gesten, Lachen, Erröten usw. sind verwertbar.
- Vollständigkeit: der Interviewer kann sich darum kümmern, dass alle Fragen von den Befragten beantwortet werden.
- Identifikation: der Befragte ist nicht anonym, wie bei Fragebogen.
- Lese- und Schreibfähigkeit: Personen mit geringen Deutschkenntnissen nicht benachteiligt

Nachteile

- Kostenaufwand: z.B. bei größeren Stichproben z.B. Reisekosten, Terminvereinbarungen usw.
- Eingeschränkte Anonymität: dies kann als Bedrohung empfunden werden und zur Verfälschung der Antworten führen
- Einfluss des Interviewers: persönliche Merkmale des Interviewers wie Alter, Geschlecht usw. können zu systematischen Fehlern führen.

Für diese Arbeit sind Befragungsmethoden besonders wichtig, um die Kenntnisse und das Bewusstsein der Entwickler in Bezug auf die IoT-Anwendungen und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Firma Messtechnik GmbH herauszufinden. Zusätzlich sollen Informationen zum Einfluss der IoT-Anwendungen auf die Kunden des Unternehmens gewonnen werden.

9.3 Zielgruppendefinition

Es gibt zwei Zielgruppen, um die Evaluation durchführen und die Forschungsfrage beantworten zu können.

Entwicklergruppe

Die Umfrage wurde durchgeführt, um Informationen darüber zu sammeln, was die Zielgruppen unter dem IoT verstehen und was der Einsatz der IoT für die Messtechnik GmbH & CO KG

bedeutet. So sollen die Chancen und Risiken, die mit der Entwicklung von und der Arbeit mit Geräten mit IoT-Technologien entstehen, identifiziert werden. Die Interviews werden mit Experten geführt, die an dem Entwicklungsprozess der Geräte teilgenommen bzw. an der Entwicklung der Dienste mitgearbeitet haben.

Kundengruppe

Es wird eine Umfrage unter den Messtechnik GmbH & CO KG- Kunden durchgeführt, welche digitale Geräte oder einen Mix aus digitalen und klassischen Geräten haben, um ihre Meinung zu erheben bzw. den Einfluss, den jene auf deren Energie- bzw. Wasserverbrauch haben, herauszufinden.

9.4 Fragebogen

Für die quantitative Befragung gibt es zwei Umfragen, eine für die Zielgruppe der Entwickler, eine für jene der Kunden. Jede Umfrage besteht aus 10 Fragen. Die Fragen sind in Gruppen aufgeteilt. Bei der Entwicklerumfrage handelt es sich um einen Mix aus geschlossenen Fragen sowie einer Möglichkeit für freie Texte. Die Kundenumfrage ist ausschließlich aus geschlossenen Fragen aufgebaut.

Aufbau und Ziele der Entwicklerumfrage

Die Fragen für die Entwicklergruppe sind in vier Gruppen, wie folgt, aufgeteilt (siehe ANHANG A - Entwicklerumfrage-Teil 1 und ANHANG B -Entwicklerumfrage-Teil 2):

1. Kenntnisse und Herausforderungen

Vorwissen, notwendige Technologien und Bestandteile, um die Änderungen durch IoT zu ermöglichen (Technologie-Aspekte).

2. Vorteile

Chancen für das Unternehmen und Verbesserung des Images durch Vorteile für den Kunden bei der Umsetzung der IoT

3. Einflüsse auf Produktion

Dienste und Prozessänderungen im Unternehmen (Prozess- und Produktverbesserung).

4. Einflüsse auf das Unternehmen

Effekte auf das Unternehmen; Änderungen in Planung, Arbeitsweisen und Informationsflüssen (Informationsbearbeitung-, Datenstruktur-, Integrationsaspekte)

Aufbau und Ziele der Kundenumfrage

Die Fragen für die Kundengruppe sind in drei Gruppen, wie folgt, aufgeteilt (Siehe ANHANG C - Kundenumfrage -Teil 1 und ANHANG D - Kundenumfrage -Teil 2):

1. Digitale oder klassische Geräte der Kunden

Die Fragen zeigen den Qualitätsunterschied zwischen digitalen und klassischen Geräten (Qualitätsaspekt)

2. Flexibilität und Zufriedenheit

Die Fragen erfassen die Flexibilität, die durch digitale Geräte und das IoT erhöht wird (Flexibilitätsaspekt). Auch die Zufriedenheit wird erhoben, diese Frage ist abhängig von der Frage 6.

3. Bewertung des „WebMon“ Service

Diese Fragen zeigen die Entwicklung von neuen Services im Unternehmen als Ergebnis des Einsatzes von IoT.

Datenerhebungstool

Die Umfragen wurden mit Hilfe des „SurveyMonkey“ Tools erstellt und mittels eines Umfrage-Links an Kunden und Entwickler geschickt.

9.5 Interviews

"Interviews sind eine gute Methode, um eine Fülle von Informationen zu bekommen. Das Interview ist eine Art der verbalen Kommunikation, in welcher dem Interviewten die Aufgabe zukommt aktiv Erfahrungen, Ergebnisse, Handlungen usw. zu rekonstruieren. Dabei kann während des Interviews immer wieder nachgefragt werden (wenn man etwas nicht verstanden hat oder mehr darüber wissen möchte). Auch die Fragen können während des Interviews an die Befragungssituation und die bereits erhaltenen Informationen angepasst werden, was z.B. beim Fragebogen nicht möglich ist. " (PEARL Projekt-Team, S. 1).

Interviews sind für die qualitative Befragung vorteilhaft, da die Offenheit der Fragen es ermöglicht, Wissenslücken und neue Kenntnisse zu erschließen (Peters, 2010).

Leitfaden des Interviews

4. Zuerst möchte ich gerne wissen, seit wann Sie in der Messtechnik GmbH & Co KG sind.
5. Welche Gründe haben zur Entwicklung der digitalen Geräte geführt? Wie verstehen Sie den Begriff IoT „Internet der Dinge“?
6. War Ihnen der Begriff IoT früher schon bekannt? Aus welchen Gründen wird es in Ihrem Unternehmen eingesetzt?
7. Wie wurden die Änderungen bzw. Entwicklung der Prozesse, Produkte, Dienstleistung in Messtechnik GmbH durchgeführt?
8. Welche neuen Geschäftsmodelle wurden in der Firma erstellt?
9. Ist WebMon das erste Service, das auf für DACOS bzw. für das IoT gemacht wurde (speziell aufgrund von Kundenanfragen)?
10. Was passiert mit dem Daten und wie werden sie wieder gesendet, wenn keine Internetverbindung zur Verfügung steht?

11. Gibt es VPN für IoT Geräte?
12. Kann man DACOS als eingebettetes System verstehen oder was gilt in der Firma als eingebettetes System?
13. Wie wird Cloud Computing im Unternehmen eingesetzt?
14. Wie wird mit den folgenden Herausforderungen umgegangen?
 - a. Sicherheit der Datenübertragung, Sicherheit gegen illegale Sensoren bzw. Geräte?
 - b. Kosten
 - c. Energie/ lange Batterien, Laufzeit
 - d. Skalierbarkeit
 - e. Fehlertoleranz

Die ersten 4 Fragen sind Eingangfragen, um den Einstieg in das Gespräch zu erleichtern. Die Fragen 4, 5, 6 und 7 sind in Hinblick auf die Zustimmung relevant, also, dass die Änderungen im Unternehmen notwendig waren und gemäß den Markt- und Kundenbedürfnissen gehandelt wurde. Bei den Fragen 8 bis 11 handelt es sich um die Hauptfragen für diese Arbeit, da sie sich besonders auf die Forschungsfrage beziehen.

9.6 Stichprobe

An der Kundenumfrage beteiligten sich 100 Kunden der Firma Messtechnik. Sie sind Klienten einer Hausverwaltung, deren Kunden Mix-Geräte (Klassische/Digitale) und einen Zugang zum „WebMon“ Dienst haben. Die maximale Abweichung ist mit 10% begrenzt. Das Vertrauensniveau liegt bei 90% und von Messtechnik-Firma akzeptiert ist. 45 Umfragen wurden beantwortet und eine Evaluierung vorgenommen.

An der Entwicklerumfrage beteiligten sich 8 Entwickler der Firma Messtechnik. Alle Entwickler haben die Umfrage beantwortet.

9.7 Zusammenfassung

Nach der Beschreibung der verschiedenen Bewertungsmethoden soll die Forschungsfrage mit Hilfe der Befragungsmethoden Umfragen und Interviews beantwortet werden können. Es wurden 2 Umfragen erstellt und Interviews mit den Entwicklern der Firma Messtechnik GmbH & CO KG geführt. Die Analyse der Umfragen und Interviews sind im nächsten Kapitel Analyse im Detail beschrieben, und im Kapitel Ergebnisse werden die Ergebnisse aus dieser Analyse mit einem Ausblick für die Zukunft des Unternehmens sowie für den Messtechnikbereich im Allgemeinen dargestellt.

10 ANALYSE

„Evaluation ist ein Prozess, in dem nach zuvor festgelegten Zielen und explizit auf den Sachverhalt bezogenen und begründeten Kriterien ein Evaluationsgegenstand bewertet wird [...]. Das Produkt eines Evaluationsprozesses besteht in der Rückmeldung verwertbarer Ergebnisse in Form von Beschreibungen, begründeten Interpretationen und Empfehlungen an möglichst viele Beteiligte und Betroffene, um den Evaluationsgegenstand zu optimieren und zukünftiges Handeln zu unterstützen (Kaiser, Bamberg und Schmicker 2014, S. 132).

Es gibt zwei Statistiken, deskriptive und induktive Statistik, um die Werte der Antworten bei Umfragen zu messen, damit die finalen Ergebnisse beschrieben werden können. Die zwei Arten der Statistik werden von Statista (2019) wie folgt beschrieben:

"Unter deskriptiver Statistik werden statistische Methoden zur Beschreibung und Auswertung von Daten zusammengefasst. Dies kann in Form von Graphiken und Tabellen geschehen, durch die Errechnung von einfachen Parametern wie dem Mittelwert sowie durch die Berechnung komplexerer Parameter wie der Streuung, der Standardabweichung oder des Korrelationskoeffizienten. Das entscheidende Charakteristikum der deskriptiven Statistik ist es, dass ausschließlich Aussagen zum Datensatz selbst gemacht werden. Deskriptive statistische Parameter beschreiben bei einer Befragung nur, was auf die Teilnehmer einer Befragung/Beobachtung selbst zutrifft. Sollen aus den Daten Schlussfolgerungen für eine Grundgesamtheit getroffen werden, kommen Verfahren der induktiven Statistik zum Einsatz. Ein Beispiel: In einer Befragung geben 10.000 Befragte an, wie viel Geld sie monatlich verdienen und wie viel Geld sie im Jahr für Urlaubsreisen ausgeben. Der berechnete Korrelationskoeffizient zeigt, dass ein Zusammenhang zwischen Einkommen und Ausgabebereitschaft im Urlaub besteht. Dieser Schluss gilt aber nur für die Befragten selbst – der Rückschluss auf die Grundgesamtheit, für die die Befragten stehen sollen, ist erst nach einem Signifikanztest möglich. Dieser Test ist Teil der induktiven Statistik." (Statista, 2019a).

Für diese Arbeit wird die deskriptive Statistik für die Beschreibung der Ergebnisse genutzt. Diese hilft, die Daten und Antworten in unterschiedlichen Formen wie Diagrammen und Tabellen darzustellen.

10.1 Umfragen Analyse

Alle Entwickler der Firma Messtechnik GmbH haben die Umfrage beantwortet. Die Ergebnisse werden in Tabellen zusammengefasst und in Diagrammen dargestellt.

10.1.1 Ergebnisse der Entwicklerumfrage

Alle Beantwortungswerte aller Fragen sind in Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7 und Tabelle 8 gesammelt. Jede Frage jeder Gruppe der Entwicklerumfrage ist in einem Diagramm wie folgt dargestellt:

- **Die erste Fragengruppe**

besteht aus 3 Fragen zu Vorwissen und notwendiger Technologie für den Einsatz des IoT in der Firma. Die Fragen lauten:

1. Welches Vorwissen soll der Entwickler haben, um die IoT einsetzen zu können?
2. Was sind die wichtigsten IoT-Komponenten?
3. Welche Herausforderung haben Sie bei der IoT-Umsetzung?

Das Resultat dieser Gruppe ist in der Abbildung 34, Abbildung 35 und Abbildung 36 dargestellt.

87% der Entwickler sind der Meinung, dass die wichtigste Komponente des IoT Hard-, Software und Netzwerke sind. Sie haben auch gemeint, dass das Vorwissen bei allen Varianten über 60% liegt aber 100% haben gesagt, dass Netzwerk- und Kommunikations-Technologie die wichtigsten Komponenten des IoT sind. Aber die wichtigsten Herausforderungen bei der Entwicklung sind Datenschutz 75%, Datenqualität 62,50% und Produktkomplexität 62,50% (siehe Tabelle 5).

Fragennummer	Ergebnisse		
1. Welches Vorwissen soll der Entwickler haben um die IoT - einsetzen zu können?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Mikrokontroller	62,50%	5
	Programmiersprachen	75,00%	6
	Netzwerk und Kommunikation Technologien	100,00%	8
	Big Data und Cloud Computing	62,00%	5
	Sensorik	75,00%	6
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0
	2. Was sind die wichtige IoT – Komponente?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>
Hardware		87,50%	7
Software		87,50%	7
Netzwerk		87,50%	7
Sonstiges:(bitte angeben)		0,00%	0

3. Welchen Herausforderungen begegnet man bei der IoT Integration / Umsetzung in dem Unternehmen?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Datenschutz	75,00%	6
	Datenqualität	62,50%	5
	Produkt Komplexität	62,50%	5
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0

Tabelle 5: Ergebnisse der Kenntnisse und Herausforderungen Fragengruppe der Entwicklerumfrage

- **Die zweite Fragengruppe**

Die folgenden zwei Fragen betreffen die Vorteile des IoT, diese zwei Fragen lauten:

4. Welche Vorteile (Chancen) für die Firma bei der IoT-Umsetzung gibt es?
5. Welche Vorteile für den Endbenutzer gibt es?

Die Ergebnisse dieser Gruppe sind in Abbildung 37 und Abbildung 38 dargestellt. Tabelle 6 zeigt die Vorteile des IoT-Einsatzes im Unternehmen, 87,50% der Befragten meinten Automatisierung und 100% höhere Effizienz. Die anderen Varianten sind auch wichtig, haben aber weniger Bedeutung. Auf der anderen Seite sind wichtige Vorteile für die Kunden Zeit- und Geldersparnis mit 75% der Ergebnisse und 50% Flexibilität.

Fragennummer	Ergebnisse		
	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
4. Welche Vorteile (Chancen) öffnen sich für die Firma bei der IoT Integration / Umsetzung?			
	Automatisierung	87,50%	7
	Echtzeitanwendungen	62,50%	5
	Fehlerreduktion	50,00%	4
	Höhere Effizienz	100,00%	8
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0
5. Welche Vorteile für den Endbenutzer gibt?			
	Flexibilität	50,00%	4
	Genauigkeit	37,50%	3
	Geldsparen	75,00%	6

	Zeitsparen	75,00%	6
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0

Tabelle 6: Ergebnisse der Vorteile Fragengruppe der Entwicklerumfrage

- **Die dritte Fragengruppe**

Diese Fragen erfassen die maßgeblichen Einflüsse auf Produkte und Dienste. Die zwei Fragen lauten:

6. Findet die Entwicklung von Smart Services in die Produktentwicklung integriert/die Serviceentwicklung integriert/nach der Produktentwicklung statt?
7. Welche Auswirkung hat der IoT-Einsatz auf die Unternehmen und ihre Dienstleistungen?

Abbildung 39 und Abbildung 40 stellen die Ergebnisse dieser 2 Fragen dar.

Tabelle 7 zeigt, dass über 50% der Entwicklung von Smart Services bei Produktentwicklung und Serviceentwicklung liegt. 100% der Auswirkung des IoT-Einsatzes tritt bei Prozessänderung und 62,50 bei der Entwicklung neuer Produkte oder neuer Services ein.

Fragennummer	Ergebnisse		
6. Findet die Entwicklung von Smart Services:	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	In die Produktentwicklung-Integration?	62,50%	5
	In die Serviceentwicklung-Integration?	50,00%	4
	Nach der Produktentwicklung statt?	37,50%	3
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0
7. Welche Auswirkung hat IoT Einsatz auf die Unternehmen und ihre Dienstleistungen?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	Es entstehen neuer Services	62,50%	5
	Es entstehen neuer Produkte	62,50%	5

	Es kommt zur Prozessänderungen	100,00%	8
	Es kommt zu Planänderungen	50,00%	4

Tabelle 7: Ergebnisse der Einflüsse auf Produktion, Fragengruppe der Entwicklerumfrage

- **Die letzte Fragengruppe:**

Die letzten drei Fragen betreffen die Einflüsse auf das Unternehmen. Sie lauten:

8. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Planung im Unternehmen?
9. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Arbeitsweisen im Unternehmen?
10. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf den Informationsfluss im Unternehmen?

Die Ergebnisse dieser Fragen sind in Abbildung 41, Abbildung 42 und Abbildung 43 dargestellt. Die Einflüsse des IoT-Einsatzes bei der Unternehmensplanung sind 100% für die Automatisierung und 62,50% für die integrierten Systeme. Aber für die Arbeitsweise des Unternehmens ist es 100% flexibler als vorher. Der Informationsfluss wird zu 87,50% durch verbessertes Reporting und zu jeweils 50% durch verbesserte Transparenz und Datenqualität positiv beeinflusst(Siehe Tabelle 8).

Fragenummer	Ergebnisse		
8. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Planung bei Unternehmen	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	Automatisierung	100,00%	8
	Integrierte Systeme	62,50%	5
	Mehr input-Daten	12,50%	1
	Keine Einflüsse	0,00%	0
9. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Arbeitsweisen im Unternehmen?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	Agilität	75,00%	6
	Genauigkeit	37,50%	3
	Flexibilität	100,00%	8
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0
10. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf den	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen

Informationsfluss im Unternehmen?	Transparenz	50,00%	4
	Datenqualität	50,00%	4
	Verbessertes Reporting	87,50%	7
	Sonstiges:(bitte angeben)	0,00%	0

Tabelle 8: Ergebnisse der Einflüsse auf das Unternehmen, Fragengruppe der Entwicklerumfrage

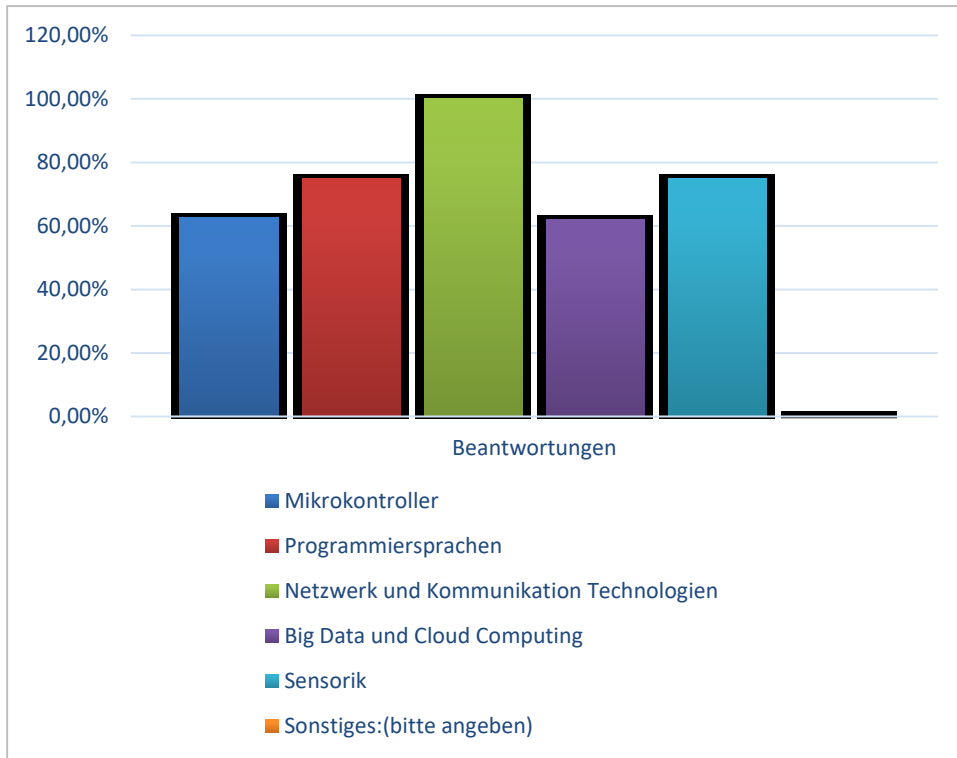


Abbildung 34: Darstellung der ersten Frage der Entwicklerumfrage: „Welches Vorwissen soll der Entwickler haben, um die IoT einsetzen zu können?“

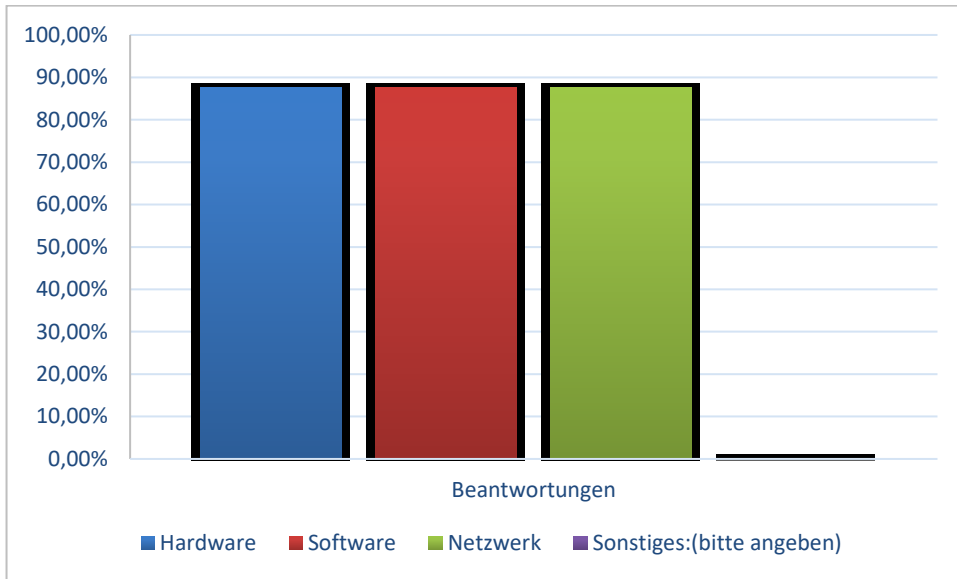


Abbildung 35: Darstellung der zweiten Frage der Entwicklerumfrage: „Was sind die wichtigsten IoT-Komponenten?“

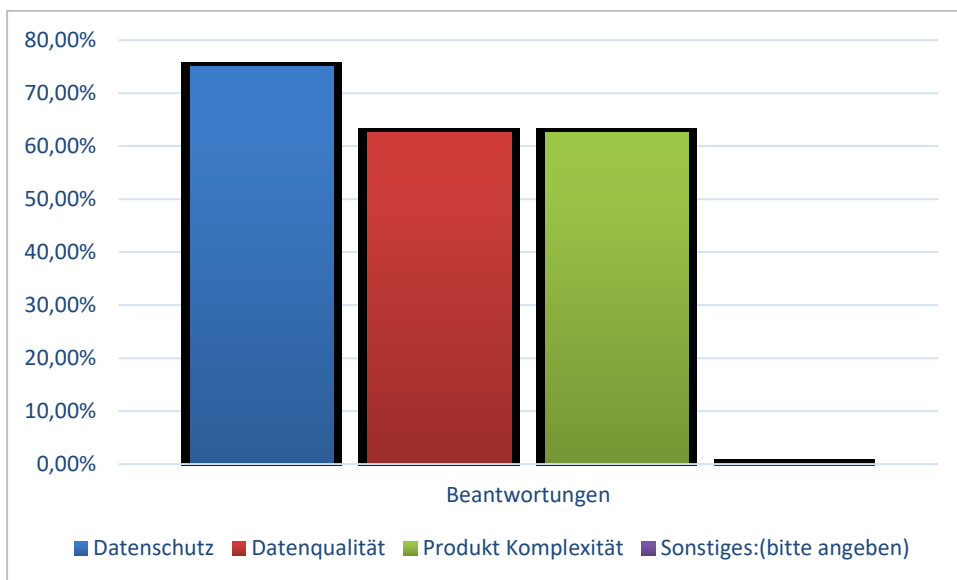


Abbildung 36: Darstellung der dritten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Herausforderung haben Sie bei der IoT-Umsetzung?“

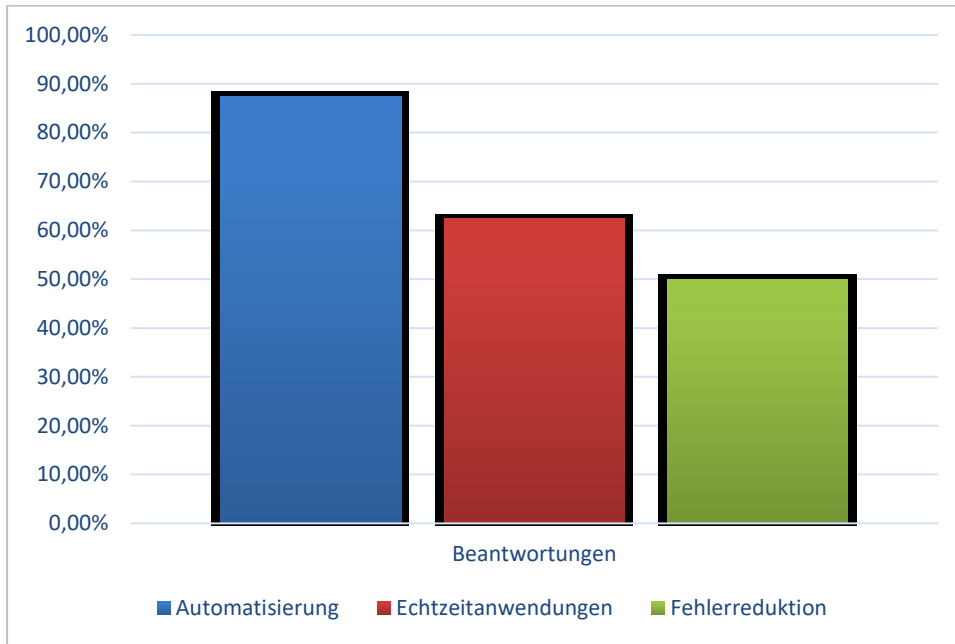


Abbildung 37: Darstellung der vierten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Vorteile (Chancen) für die Firma bei der IoT-Umsetzung gibt es?“

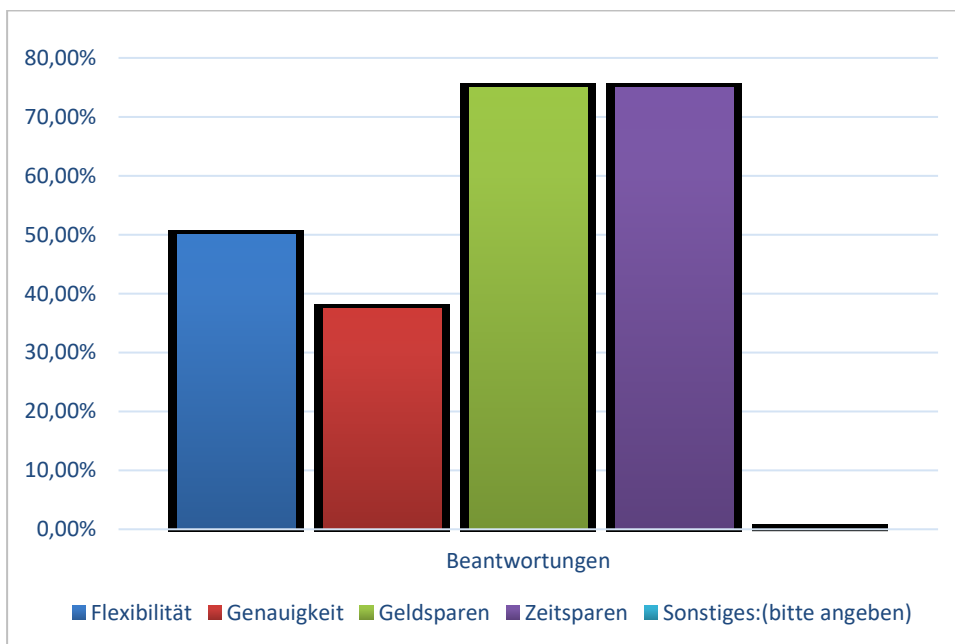


Abbildung 38: Darstellung der fünften Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Vorteile für den Endbenutzer gibt es?“

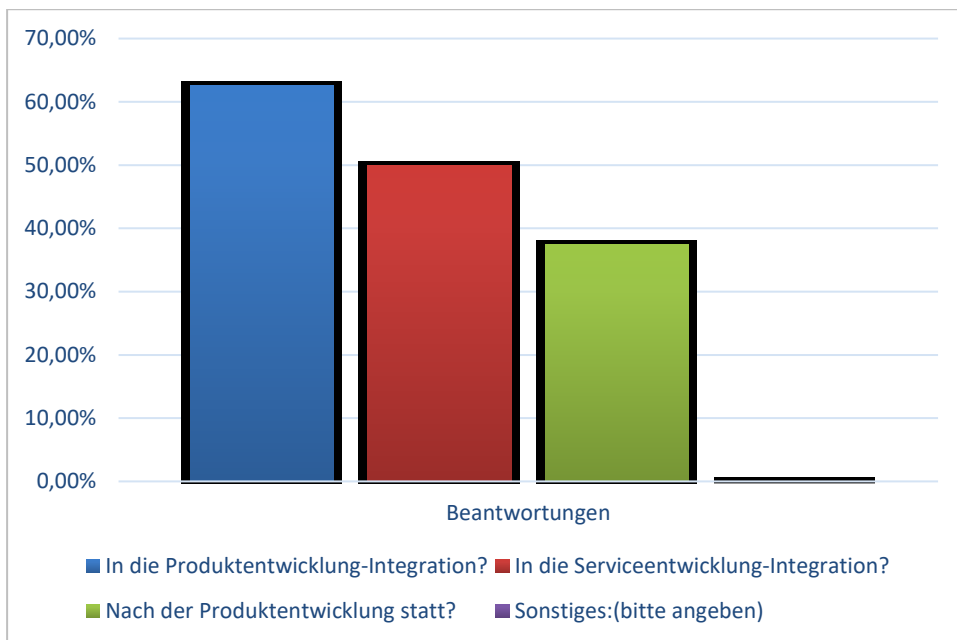


Abbildung 39: Darstellung der sechsten Frage der Entwicklerumfrage: „Findet die Entwicklung von Smart Services in die Produktentwicklung integriert/ die Serviceentwicklung integriert/ nach der Produktentwicklung statt?“

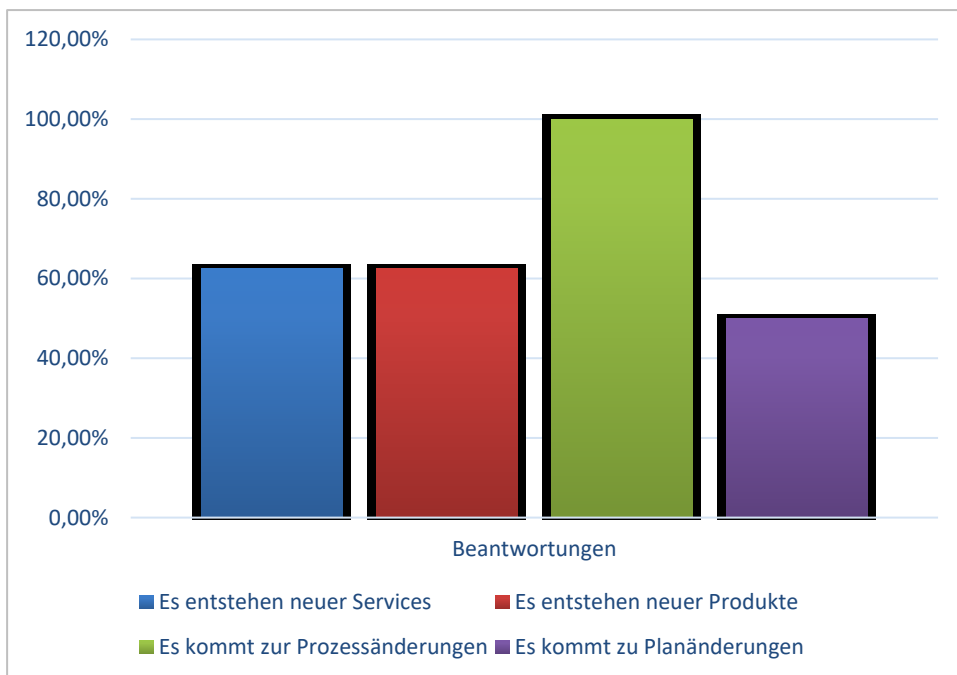


Abbildung 40: Darstellung der siebten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Auswirkung hat der IoT-Einsatz auf die Unternehmen und ihre Dienstleistungen?“

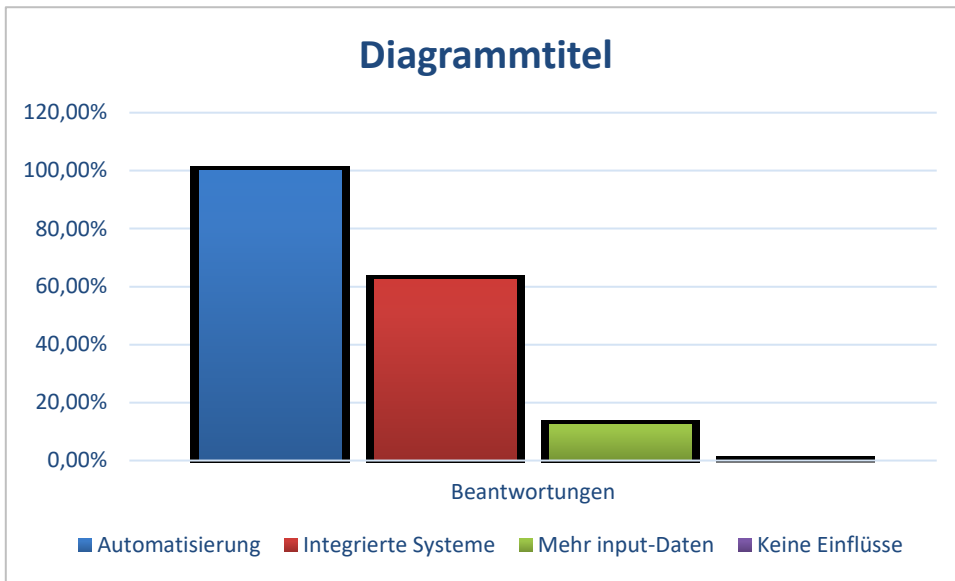


Abbildung 41: Darstellung der achten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Planung bei Unternehmen?“

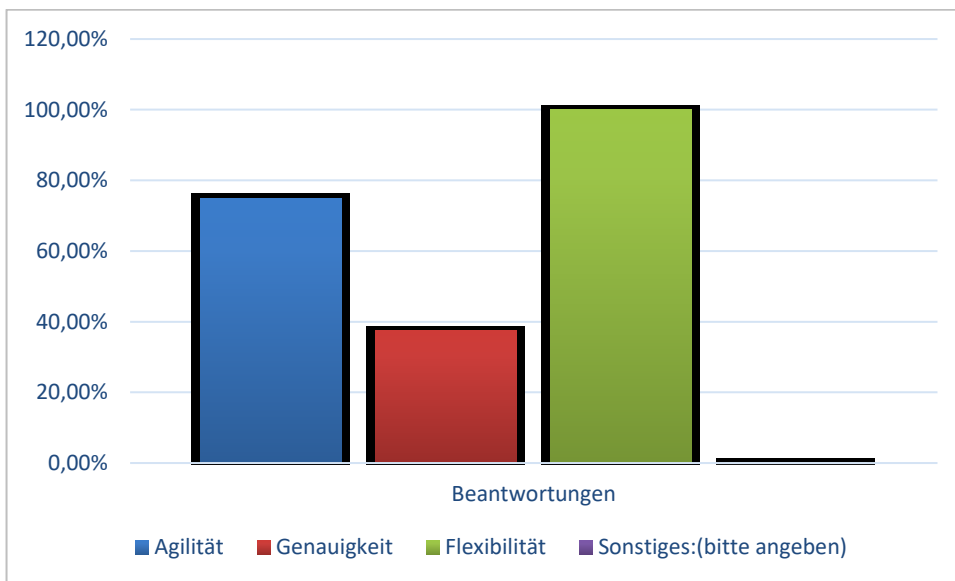


Abbildung 42: Darstellung der neunten Frage „Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Arbeitsweisen im Unternehmen?“ der Entwicklerumfrage

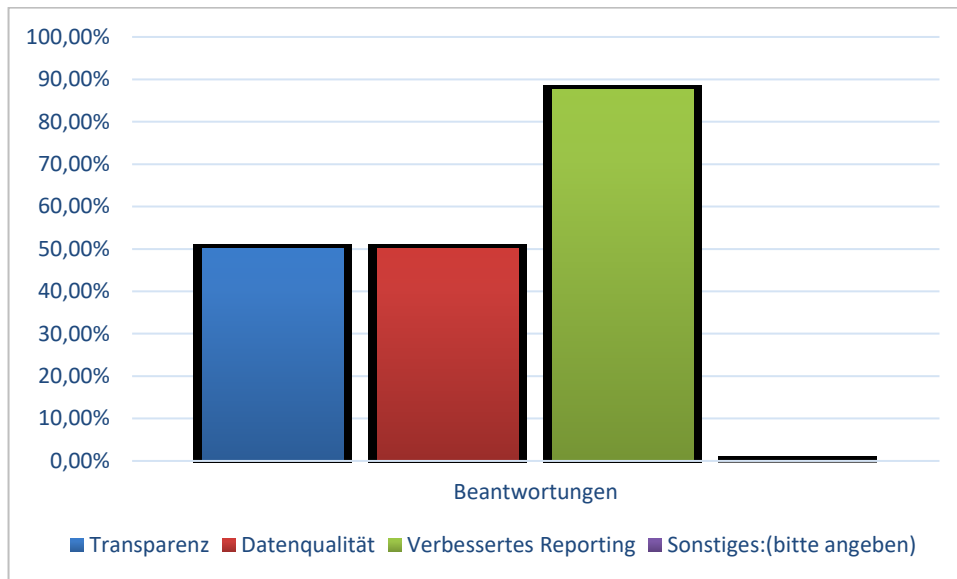


Abbildung 43: Darstellung der zehnten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf den Informationsfluss im Unternehmen?“

Diese Umfrage wurde an Kunden der Messtechnik GmbH& CO KG geschickt. Es gibt 45 Personen, die diese Umfrage beantworten haben. Die Antworten sind in Tabellen und Diagrammen dargestellt.

10.1.2 Ergebnisse der Kundenumfrage

Alle Beantwortungswerte aller Fragen sind in Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11 gesammelt. Jede Frage jeder Gruppe der Entwicklerumfrage ist in einem Diagramm wie folgt dargestellt:

- **Die erste Fragengruppe**

Sie besteht aus 3 Fragen, um herauszufinden ob der Kunde digitale oder klassische Geräte hat. Die Fragen sind:

1. Wie oft kommt der Techniker zum Ablesen zu Ihnen in die Wohnung/ nach Hause?
2. Haben Sie digitale oder klassische Geräte zuhause?
3. Wie ist der Verbrauch von Kalt- / Warmwasser bzw. Heizkosten nach der Nutzung von Web Monitoring (WebMon)?

Das Resultat dieser Gruppe ist in der Abbildung 44, Abbildung 45 und Abbildung 46 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Großteil - 66,67% der Kunden - nur digitale Geräte hat und ein Anteil von 17,78% der Befragten gemischte Geräte hat. Der Rest der Befragten hat keine Ahnung, welche Gerätetypen sie haben bzw. hat die klassischen Geräte. Dies ist aber nur eine vergleichsweise geringe Personenanzahl, insgesamt 10 von 45 Befragten. Bei Frage 1 hat der Großteil der Befragten zwischen 1 Mal oder je 3 bis 5 Jahre einmal Techniker zu Besuch. Dies entspricht den Antworthäufigkeiten in Frage 2 (66,67% und 17,78%), da je mehr Kunden nur digitale Geräte mit Fernablesefunktion haben, desto weniger werden die Technikerbesuche bei der Wohnung/dem Objekt. Also bei Fernablesung werden die Kunden alle 3 bis 5 Jahre einen Termin für einen Batterie-Austausch ausmachen. Aber wenn ein Gerät kaputt oder digital ohne

Fernablesefunktion ist, dann wird vielleicht jährlich ungefähr ein Termin ausgemacht. Hier hat auch die Nutzung die entwickelten Services „WebMon“ eine Bedeutung für die Nutzer, da sie dadurch die Verbrauchswerte überwachen und kontrollieren können (siehe Tabelle 9).

Fragennummer	Ergebnisse		
1. Wie oft kommt der Techniker zum Ablesen zu Ihnen in die Wohnung/ nach Haus?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	1 Mal pro Jahr	42,22%	19
	2 Mal pro Jahr	11,11%	5
	3 Mal pro Jahr	0,00%	0
	je 3 bis 5 Jahre	46,67%	21
2. Haben Sie digitale oder klassische Geräte zuhause?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Digitale Geräte	66,67%	30
	Klassische Geräte	11,11%	5
	Gemischt Geräte	17,78%	8
	Keine Ahnung	4,44%	2
3. Wie ist der Verbrauch von Kalt- / Warmwasser bzw. Heizkosten nach der Nutzung von Web Monitoring (WebMon)?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Sparsamer	38,64%	17
	Mehr Verbrauch	4,55%	2
	Kein Unterschied	56,82%	25

Tabelle 9: Fragengruppe „Digitale oder klassische Geräte beim Kunden vorhanden“

- **Die zweite Fragengruppe**

betrifft die Flexibilität und Zufriedenheit bei der Terminvereinbarung sowie die Freundlichkeit des Personals und besteht aus 4 Fragen:

4. Wurden Sie rechtzeitig über die Servicetermine informiert?
5. Fand der Servicetermin im angekündigten Zeitfenster statt?
6. Wie oft finden die Termine für die Ablesung bei Ihnen statt?

7. Wie beurteilen Sie die Freundlichkeit des Personals bei der Ablesung, die bei Ihnen stattgefunden hat?

Diese Gruppe ist in der Abbildung 47, Abbildung 48, Abbildung 49 und Abbildung 50 dargestellt. Diese Gruppe zeigt die Zufriedenheit der Kunden mit den Terminvereinbarungen und die Beurteilung des Umgangs durch das Personal (Techniker). Die Ergebnisse zeigen, dass über 60% der Befragten die Ablesung an dem vereinbarten Termin ausgemacht haben. Etwas über 60% (33,33%+ 31,11%) sagen, dass 1 Mal alle 3 bis 5 Jahre eine Ablesung durch einen Techniker gemacht werden. Die Freundlichkeit des Personals bei der Ablesung ist nicht besonders, die Werte sind zwischen 31% und 8% (Siehe Tabelle 10).

Fragenummer	Ergebnisse		
	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
4. Wurden Sie rechtzeitig über die Servicetermine informiert?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	Ja	75,56%	34
	Nein	24,44%	11
5. Fand der Servicetermin im angekündigten Zeitfenster statt?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	Ja	60,00%	27
	Nein	40,00%	18
6. Wie oft finden die Termine für die Ablesung bei Ihnen statt?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	1 Mal pro Jahr	33,33%	15
	2 Mal pro Jahr	28,89%	13
	3 Mal pro Jahr	6,67%	3
	je 3 bis 5 Jahre	31,11	14
7. Wie beurteilen Sie die Freundlichkeit des Personals für die Ablesung die bei Ihnen stattgefunden hat?	Antwortoptionen	Beantwortungen	Anzahl der Personen
	1	15,56%	7
	2	31,11%	14
	3	28,89%	13
	4	15,56%	7
	5	8,89%	4

Tabelle 10: Fragengruppe „Flexibilität und Zufriedenheit“

- **Die letzte Fragengruppe**

betrifft die Bewertung des „WebMon“ Services. Sie besteht aus 3 Fragen:

8. Wie häufig haben Sie unseren WebMon-Service benutzt?
9. Kann unser WebMon-Service als eine Hilfe für Ihre Energieeinsparung dienen?
10. Würden Sie unseren WebMon- Service weiterempfehlen?

Die Ergebnisse diese Gruppe sind in der Abbildung 51, Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellt. Der entwickelte Webdienst „WebMon“ erhielt eine gute Bewertung durch die Kunden, wie die Ergebnisse der dritten Gruppe zeigen. Über 88% der Befragten sagen, dass ihnen „WebMon“ Hilfe zum Energiesparen gibt, da sie die Werte kontrollieren und überwachen können und sie es weiterempfehlen können. Dies, obwohl die höchste Nutzung der Services bei SELTEN-Nutzern (46,67%) liegt (siehe Tabelle 11).

Fragennummer	Ergebnisse		
8. Wie häufig haben Sie unseren WebMon-Service benutzt?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Oft	4,44%	2
	Häufig	13,33%	6
	Selten	46,67%	21
	Nie	35,56%	16
9. Kann unser WebMon-Service als eine Hilfe für Ihre Energieeinsparung dienen?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Ja	88,37%	38
	Nein	11,63%	5
10. Würden Sie unseren WebMon-Service weiterempfehlen?	<i>Antwortoptionen</i>	<i>Beantwortungen</i>	<i>Anzahl der Personen</i>
	Ja	88,37%	38
	Nein	11,63	5

Tabelle 11: Fragengruppe der Bewertung des „WebMon“ Service

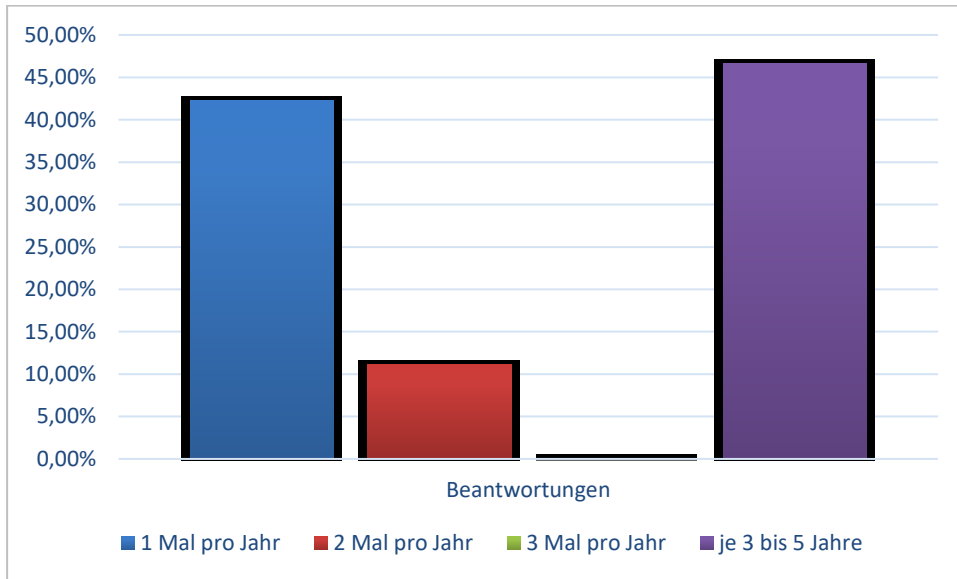


Abbildung 44: Darstellung der ersten Frage der Kundenumfrage: „Wie oft kommt der Techniker zum Ablesen zu Ihnen in die Wohnung/ nach Hause?“

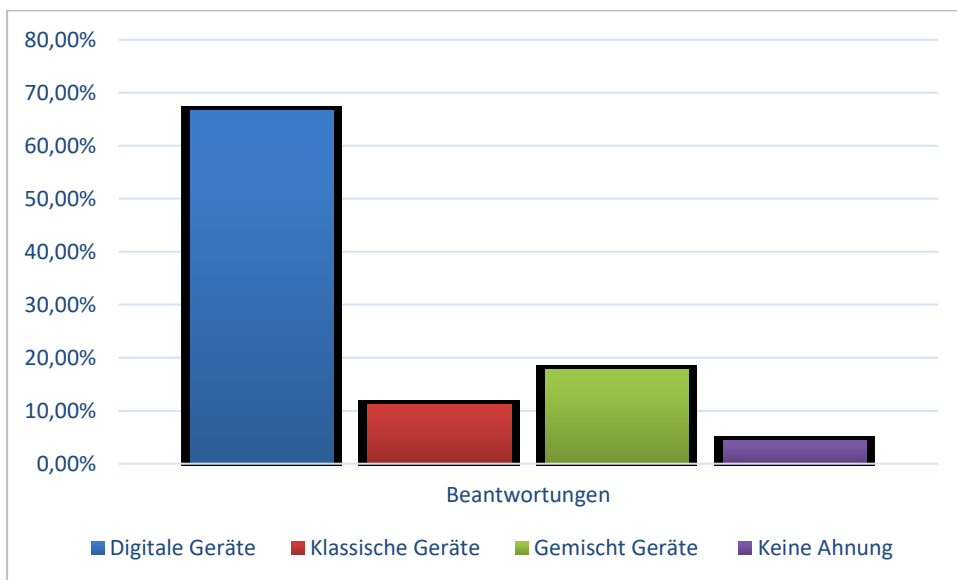


Abbildung 45: Darstellung der zweiten Frage der Kundenumfrage: „Haben Sie digitale oder klassische Geräte zuhause?“

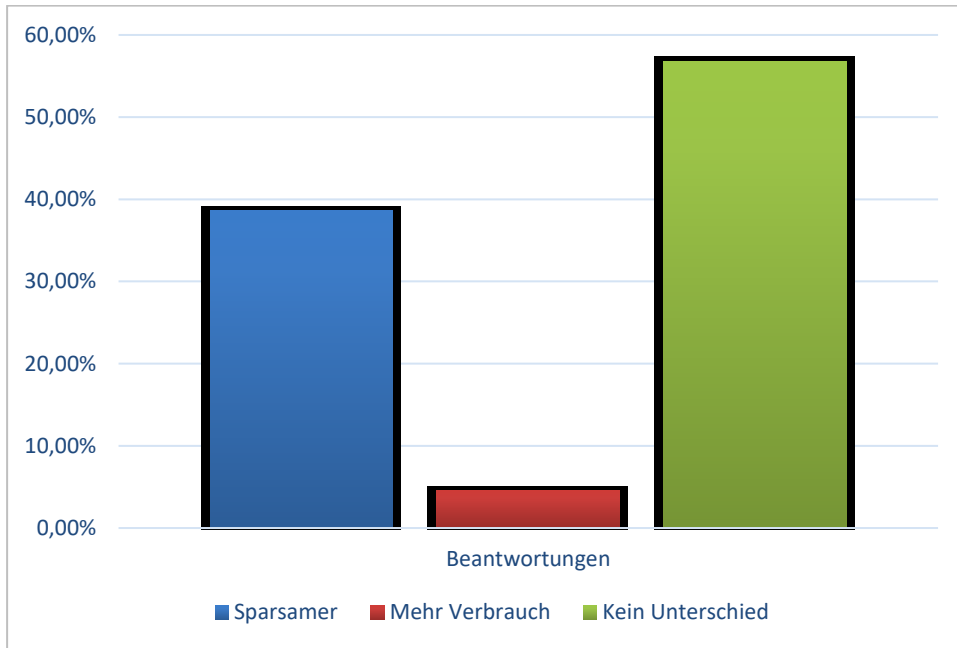


Abbildung 46: Darstellung der dritten Frage der Kundenumfrage: "Wie ist der Verbrauch von Kalt- / Warmwasser bzw. Heizkosten nach der Nutzung von Web Monitoring (WebMon)?"

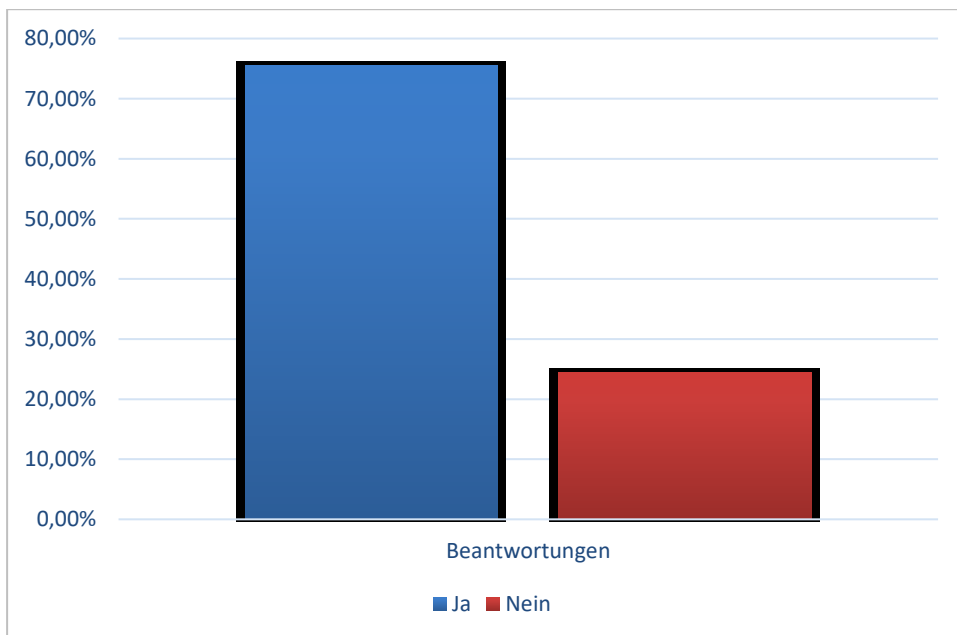


Abbildung 47: Darstellung der vierten Frage der Kundenumfrage: „Wurden Sie rechtzeitig über die Servicetermine informiert?“

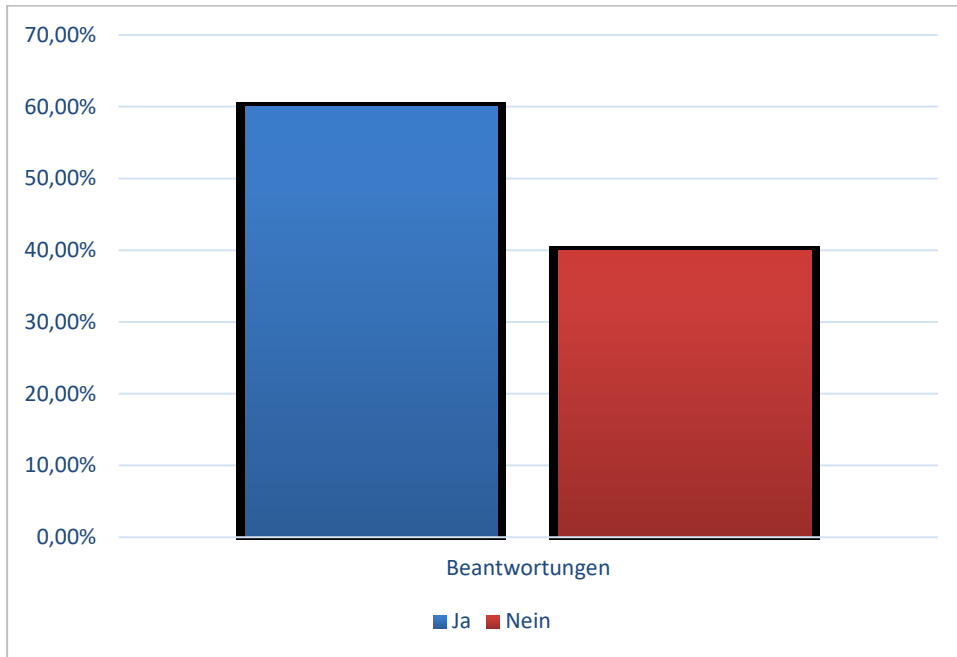


Abbildung 48: Darstellung der fünften Frage der Kundenumfrage: "Fand der Servicetermin im angekündigten Zeitfenster statt?"

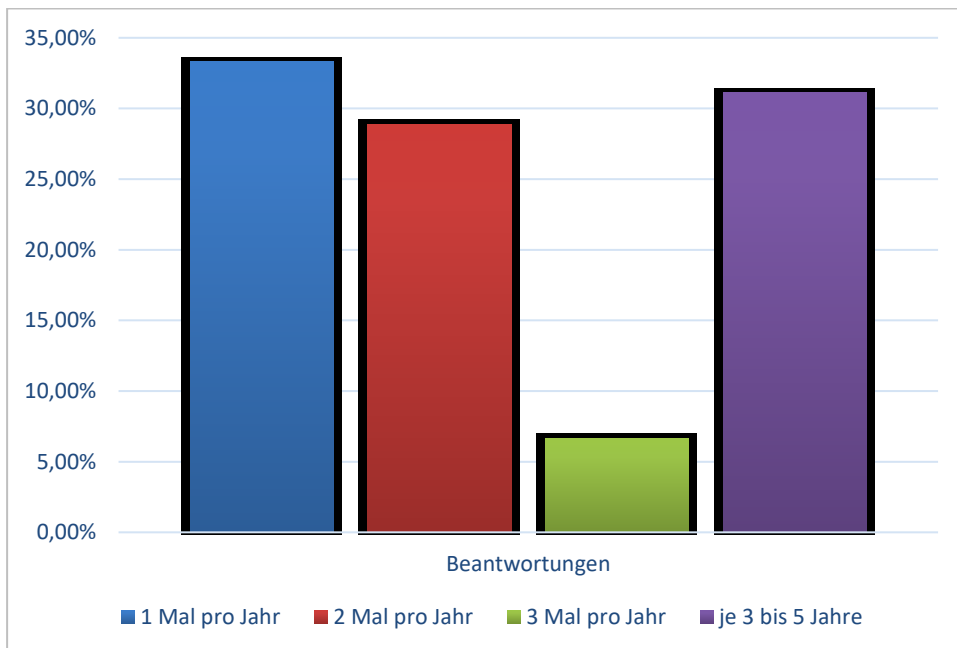


Abbildung 49: Darstellung der sechsten Frage der Kundenumfrage: "Wie oft finden die Termine für die Ablesung bei Ihnen statt?"

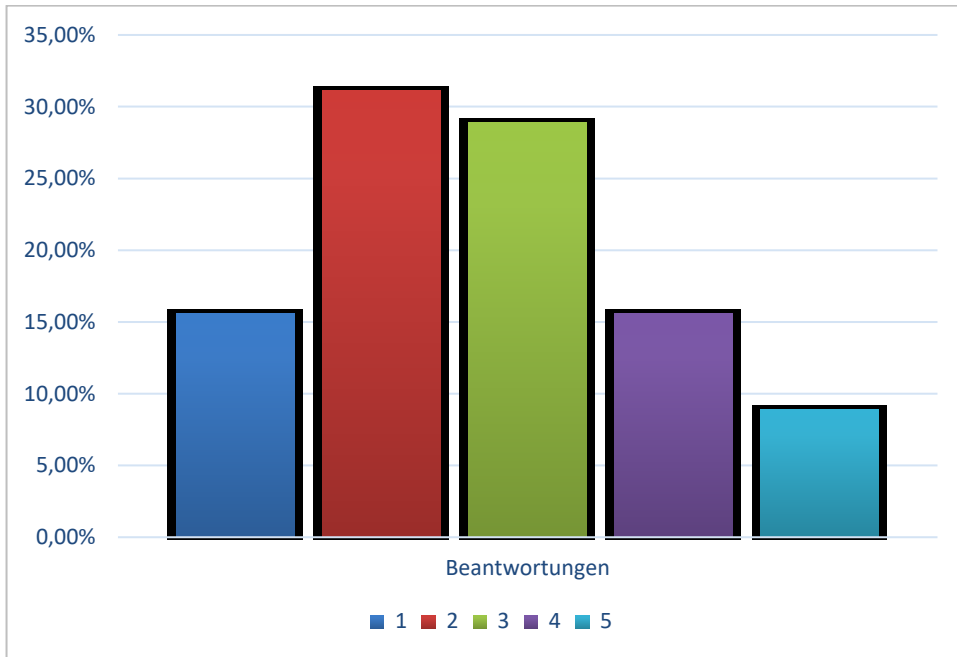


Abbildung 50: Darstellung der siebten Frage der Kundenumfrage: „Wie beurteilen Sie die Freundlichkeit des Personals bei der Ablesung, die bei Ihnen stattgefunden hat?“

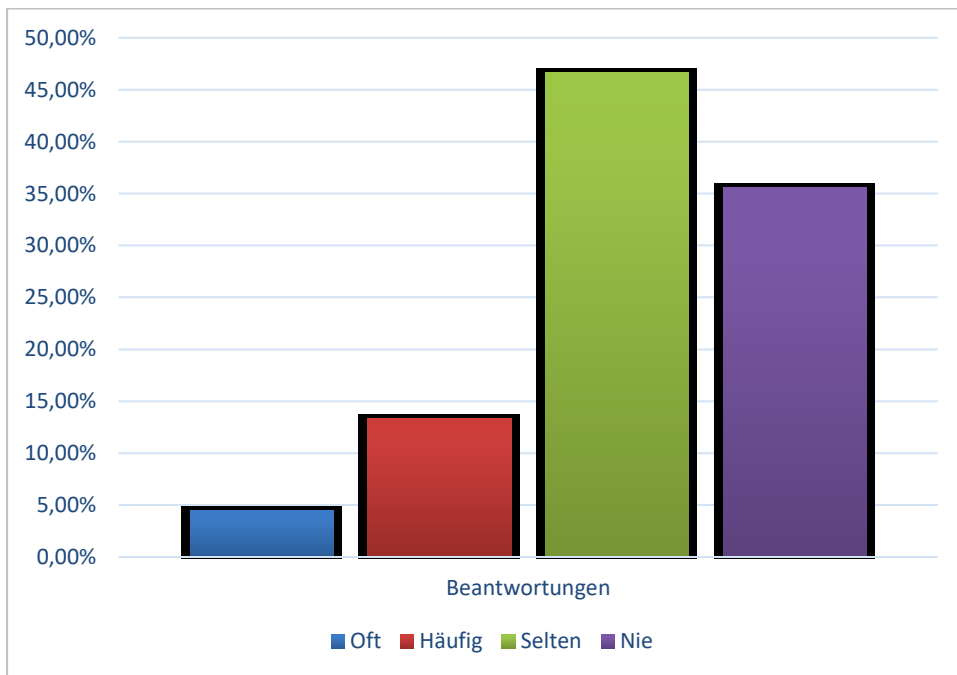


Abbildung 51: Darstellung der achten Frage der Kundenumfrage: „Wie häufig haben Sie unseren WebMon-Service benutzt?“

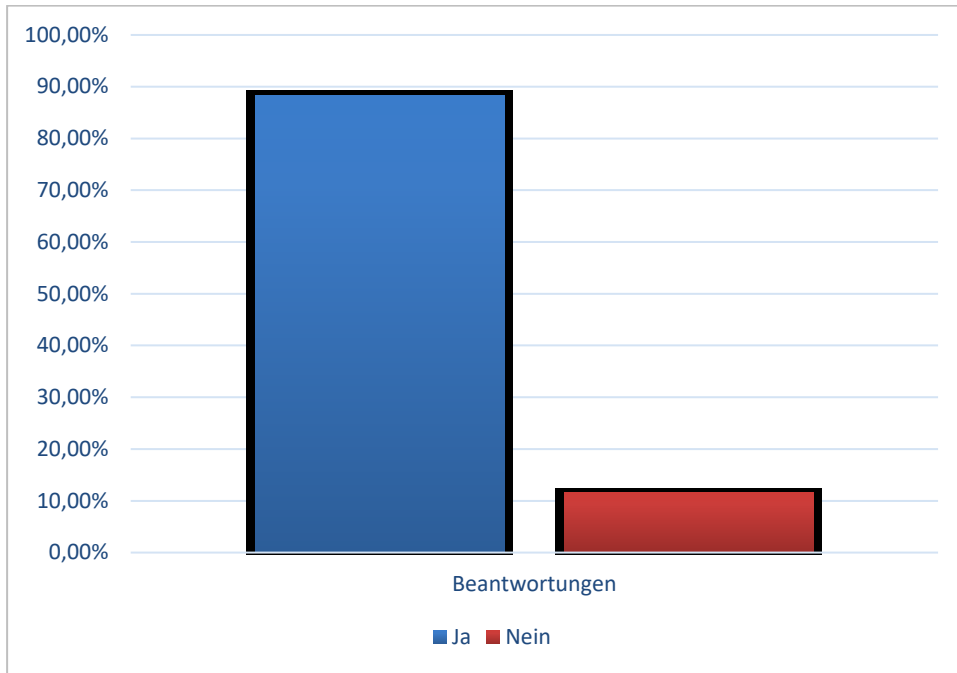


Abbildung 52: Darstellung der neunten Frage der Kundenumfrage: „Kann unser WebMon-Service als eine Hilfe für Ihre Energieeinsparung dienen?“

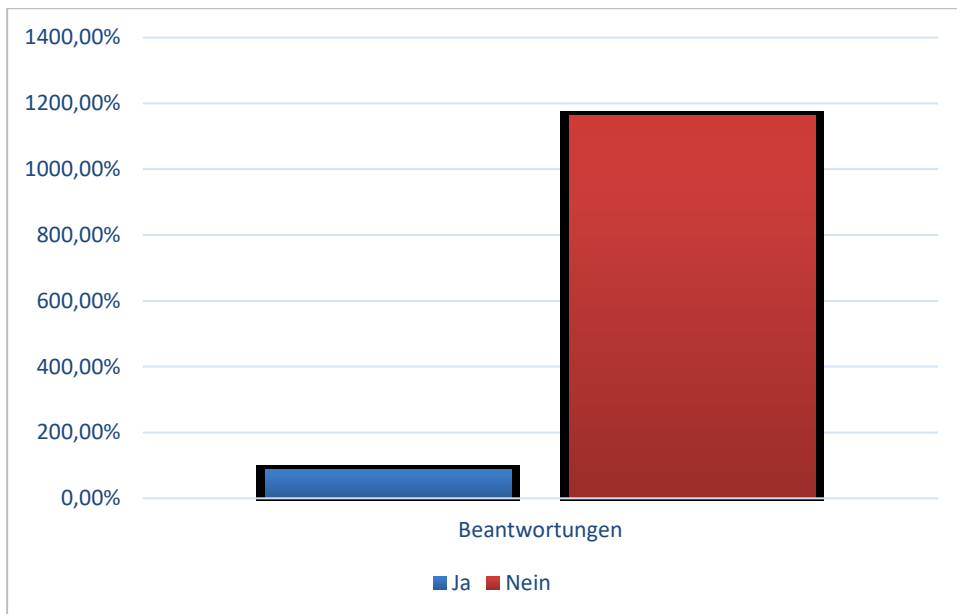


Abbildung 53: Darstellung der zehnten Frage der Kundenumfrage: „Würden Sie unseren WebMon-Service weiterempfehlen?“

10.2 Auswertung der Interviews

Alle Interviews wurden mit dem Entwickler der Messtechnik GmbH & CO KG durchgeführt, um einige Fragen zu beantworten, die für die Antwort der Forschungsfrage notwendig sind. Es wurden Kategorien zur Analyse dieser Interviews festgelegt. Die Kategorien beziehen sich auf verschiedene Dimensionen, die später beschrieben werden. Die Beschreibung dieser Kategorien

hängt von den Antworten der Befragten ab. Um die richtige Kategorie finden zu können, werden die Textabschnitte der Interviews kodiert. Danach werden die Codes unter einer Kategorie gesammelt und zugeordnet.

10.2.1 Kategorien

Durch die Analyse der Transkripte der Interviews wurden die Textsegmente kodiert. Diese Codes zeigen, welches Hauptthema im jeweiligen Abschnitt vorherrschend ist. Die Codes werden später unter definierte Kategorien zusammengefasst. Ein Code kann mehreren Kategorien zugeordnet werden. Nach der Analyse und der Code-Erstellung wurden 6 Hauptthemen definiert. Diese Themen/ Kategorien haben eine wichtige Bedeutung für die Beantwortung der Forschungsfrage dieser Arbeit. Diese Kategorien werden hier beschrieben und gleichzeitig interpretiert, um die Bedeutung und das Ziel dieser Kategorien zu verstehen und somit die Forschungsfrage beantworten zu können (siehe ANHANG H - Kodierung und Kategorienbildung des 1. Interviews Seite 113, ANHANG I - Kodierung und Kategorienbildung des 2. Interviews Seite 116 und ANHANG J -Kodierung und Kategorienbildung des 3. Interview Seite119).

1. Messtechnik- Branchenverständnis

- Beschreibung: Das Ziel dieser Kategorie ist das Verstehen der Messtechnik-Branche, der eingesetzten Technologien sowie der Zusammenhänge von Geräten mit Diensten bzw. Abteilungen im Unternehmen.
- Interpretation: Es gibt 3 Interviewpartner, einer ist seit 10 Jahren, einer seit 9 Jahren und der letzte seit einem Jahr in der Firma. Die Antworten zeigen: je länger der Entwickler im Unternehmen ist, desto besser ist auch sein Verständnis des internen Systems und der Änderungen im Unternehmen. Die Beantwortung mancher Fragen erfordert mehr Erfahrung im Messtechnikbereich sowie im Unternehmen selber. In der Messtechnik GmbH & CO KG erklärte z.B. der dritte Interviewpartner „Diese Frage sollte aber besser unseren Embedded-Entwicklern gestellt werden“(siehe ANHANG G - Interview 3 Seite 111). Er wusste auch über Änderungen in der Unternehmensabteilung nicht Bescheid, wie z.B. über die Auflösung der Dateneingabeabteilung, da er erst eher kurz im Unternehmen ist, im Vergleich zu den anderen Interviewpartnern, die langjährige Erfahrung in der Firma haben und daher andere Antworten gaben.

2. IoT

- Beschreibung: Bedeutung und Verständnis des IoT, die Verbindung der Geräte mit dem Internet. War der IoT-Begriff vorher bekannt? Waren bereits Kenntnisse über das IoT vorhanden? Es wird auch erklärt, aus welchen Gründen der Einsatz des IoT im Unternehmen durchgeführt werden kann.
- Interpretation: Diese Kategorie gehört zu den Fragen über das Wissen oder die Kenntnisse des IoT, die vor der Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen bekannt waren. Die Antworten der Entwickler lassen erkennen, dass der IoT-Begriff

einem der Entwickler bekannt war, den anderen aber war er nicht bekannt. Diese Personen wussten jedoch, dass es eine Technologie für die Entwicklung von Geräten mit dem Internet gibt, wie z.B. Befragter 1 sagt: „IoT (kenne ich) nicht, aber die Technologie, Geräte mit dem Internet zu verbinden, schon“ (Siehe ANHANG E - Interview 1 Seite 107). Betreffend die Bedeutung oder das Verständnis des IoT, sagte einer, dass IoT eine Internet Verbindung ist. Der andere sagte, dass es zum Datentransfer dient. Aus den Antworten geht hervor, dass zwar die Kenntnisse des IoT unvollständig waren, die Bedeutung des IoT jedoch schon erkannt wurde und daher der Einsatz in der Firma durchgeführt wird. Cloud- Computing wird nicht in der Firma eingesetzt. Die Firma hat einen eigenen zentralen Server. Cloud-Computing wird für die zukünftige Entwicklung im Unternehmen empfohlen.

3. Dienstleistungserweiterung

- Beschreibung: Die Entwicklung von Diensten und Prozessen sowie neuer Geschäftsmodelle im Unternehmen, die auf IoT-Einsatz basieren.
- Interpretation: Der Einsatz von IoT hat einen großen Einfluss auf die Prozesse, Dienste und Produkte im Unternehmen. Die Antworten der Befragten zeigen, dass ein wichtiger Aspekt des Einsatzes des IoT die Entwicklung von Dienstleistungen ist. Alle Befragten gaben an, dass der Markt eine Rolle bei der Entwicklung von Dienstleistungen spielt. Die manuelle Ablesung ermöglicht diese Entwicklung nicht. Aber die neuen Geräte und der neue Einsatz von IoT mit der Nutzung der „DACOS“ (laut drittem ANHANG G - Interview 3 Seite 111) hat diese Entwicklung verstärkt und unterstützt, da die Daten regelmäßig und kontinuierlich abgesendet werden. Daher ist es möglich, die Entwicklung und Erweiterung der Dienstleistungen durchzuführen. Diese wurden vom zweiten Befragten genauer erklärt: „Neue Dienstleistungen wie WebMon und die Weiterentwicklung von anderen Services waren notwendig. Am manuellen Ableseprozess wird gespart.“ (siehe ANHANG F - Interview 2 Seite 109)

4. Qualität

- Beschreibung: Datensicherung und Datenschutzmaßnahmen, die bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen beachtet werden müssen. Andere Aspekte der Qualität wie Flexibilität, Datenübertragung, Skalierbarkeit usw. werden auch erörtert.
- Interpretation: Die Entwicklung von Geräten und Diensten im Unternehmen hat die Qualität der Daten, Prozesse und Dienste im Unternehmen geändert und verbessert. Die Befragten erklären, dass mehrere Gründe für den Einsatz von IoT ausschlaggebend waren. Diese Gründe wurden von den Befragten erwähnt, z.B. Datenqualität, Flexibilität, Unabhängigkeit, Dateneingaben, Verschlüsselung, Seriennummer, Netzwerkkennung und vieles mehr - siehe die Kodierung in ANHANG H - Kodierung und Kategorienbildung des 1. Interview Seite 113, ANHANG I - Kodierung und Kategorienbildung des 2. Interview Seite 116 und ANHANG J - Kodierung und Kategorienbildung des 3. Interview 119, hier werden alle Schlüsselwörter für die Kategorie Qualität aufgezählt. Diese Schlüsselwörter zeigen,

dass Qualität einer der wichtigsten Aspekte beim Einsatz des IoT ist, da die Sicherheitsmaßnahmen und die Qualität der Daten große Herausforderungen in der Entwicklung der mit dem Internet integrierten Technologien sind. In diesem Fall hängt das IoT-Konzept von der Verbindung von Geräten, Objekten, Diensten usw. mit dem Internet ab.

5. Risiken-Minimierung

- Beschreibung: Die Risiken kennen, die die Entwickler vor oder während der Geräteentwicklung getroffen haben könnten, und wie sie diese behandelt haben.
- Interpretation: Vergleich der Risiken von alten/klassischen Geräten mit den digitalen/neu entwickelten Geräten und was sich durch die neuen Geräte verbessert hat. Die Interviewpartner haben mehrere Punkte über die Risiken und deren Minimierungsmöglichkeiten aufgezählt, so sagte z.B. der erste Interviewpartner: „Vorher waren die Daten auf einem Zettel/ Papier aufgeschrieben und jetzt sind sie in digitalem Format. Also ist die Datenqualität viel besser“ (Siehe ANHANG E - Interview 1 Seite 107). Im Vergleich dazu erwähnten die anderen Befragten auch manuelle Ablesungen, Verschlüsselung und Sicherheit. Das bedeutet, dass sie die Risiken kennen und daher Sicherheitsmaßnahmen dagegen implementiert haben, wie z.B. Netzwerkkennung, Seriennummer, elektrische Datenübertragung (Digitalisierung) usw. Es gibt eine Liste dieser Maßnahmen wie:
 - a. Netzwerkkennung
 - b. Seriennummer
 - c. elektrische Datenübertragung (Digitalisierung/Automatisierung)
 - d. Datenqualität
 - e. Datenhistorie
 - f. Verschlüsselung
 - g. Funktelegramme
 - h. Fehlertoleranz
 - i. Protokoll

Daraus können wir schließen, dass die Risikominimierung ein grundlegender Aspekt ist, wenn IoT eingesetzt wird, und hierbei berücksichtigt werden muss.

6. Kosten

- Beschreibung: Die Rolle der Kosten in der Entwicklung der Produkte oder Dienstleistungen im Unternehmen.
- Interpretation: Der IoT-Einsatz hat Geld, Zeit und Personal gespart. Laut den Befragten 1 und 2 spielen die Kosten eine große Rolle in der Entwicklung. „Es geht stark um die Kosten“, sagte der 2. Befragte (siehe Interview 2 Seite 109). Nach Aussagen der Entwickler gehen die Kosten in zwei Richtungen, das direkte und indirekte Sparen. Beim direkten Sparen wird die Eingabeabteilung komplett gespart, da die Daten in elektronischer Form ins Unternehmen kommen. Indirekt wird gespart, da keine Anfahrt zur Ablesung mehr nötig ist, wodurch Zeit und Fahrkosten gespart werden. Der Ableseprozess ist unabhängig von Personen und auch die Nutzung von

„ultra low power consumption“ ermöglicht eine längere Laufzeit der Akkus bei den digitalen Geräten, wodurch Energie gespart und somit auch die Kosten reduziert werden.

10.3 Zusammenfassung

Die Antworten von Entwickler- und Kundenumfragen sowie die Antworten der Interviews mit den Entwicklern wurden zusammengestellt. Die Ergebnisse wurden in Tabellen und Grafiken dargestellt, die die verschiedenen Richtungen der Beantwortung des Forschungsthemas darstellen. Beispielsweise geht es bei der Entwicklerumfrage um die Grundkonzepte des IoT und die wichtigsten Komponenten, die auf Grundlage dessen eingesetzt werden, sowie die Herausforderungen, denen sie beim Einsatz gegenüberstehen und die vielfältigen Vorteile, die das IoT mit sich bringt.

Die Kundenbefragung gab uns einen allgemeinen Überblick darüber, welche Gerätetypen sie haben, den Ableseprozess und die allgemeine Zufriedenheit mit den Terminen für die Ablesung bzw. mit den Technikern, sowie über die Zufriedenheit mit dem neuen Service, den das Unternehmen für sie entwickelt hat, damit die Kunden einen Überblick über den Energie- oder Wasserverbrauch haben.

Die Interviews gaben Aufschluss darüber, welche unterschiedlichen Aspekte beim IoT-Einsatz zu berücksichtigen sind, und anhand von gezielten Fragen und Antworten wurden diese Antworten analysiert und die Aspekte extrahiert. Im nächsten Kapitel 11 wird klar, welche unterschiedlichen Aspekte beim IoT-Einsatz zu bedenken sind.

11 ERGEBNISSE

Die Beantwortung der Forschungsfrage ist das Resultat des Theorie- und Praxisteils. Umfragen helfen dabei, die verschiedenen IoT-Einsatzgebiete sowie die Vorteile, die Zufriedenheit und die erweiterten Dienstleistungen aus Kundensicht herauszufinden. Die Kunden können den IoT-Begriff nicht kennen, aber sie verwenden viele Dinge in ihrem Alltag, die als IoT-Dinge bezeichnet werden, wie z.B. Dienste oder Produkte wie Smart Services. Diese Dinge haben eine Bedeutung für ihre Lebens- bzw. Arbeitsweise. Laut Kundenmeinung ist das die Hauptmotivation für die Entwicklung von Diensten und Produkten, das wurde durch Kundenumfragen herausgefunden. Allerdings ist es auch wichtig, die Aspekte der Unternehmenseite herauszufinden. Aus Entwicklerumfragen werden wichtige Punkte beim IoT-Einsatz abgeleitet, so wird nach Vorteilen, Vorwissen usw. gefragt, um herauszufinden, was das IoT für die Entwickler bedeutet, welche Kenntnisse sie über IoT vor dem Einsatz gehabt haben und wie sie die Vorteile, Komponenten und den Einfluss auf das Unternehmen sehen. Um die Unternehmersicht zu verstärken, wurden die Interviews mit Entwicklern durchgeführt, die bereits lange Zeit in der Firma arbeiten, viel über die Messtechnik GmbH & CO KG wissen und miterlebt haben, wie sich das Unternehmen entwickelt hat und wie die Änderungen im Unternehmen durchgeführt wurden. Ebenfalls haben sie Kenntnis davon, welchen Einfluss IoT auf die gesamte Messtechnikbranche, die Ablesungsprozesse, Geräte, Dienste usw. haben wird.

Die Kunden- sowie auch die Unternehmenssicht werden in diesem Kapitel mit den Ergebnissen der Umfragen und Interviews erklärt und beschrieben. Damit werden die Aspekte des IoT-Einsatzes festgelegt.

11.1 Aus Kundensicht

Die Ergebnisse der Kundenumfrage zeigen, dass ein großer Teil der Kunden (66,67%) digitale Geräte hat. Ein großer Teil ist mit den vereinbarten Terminen zufrieden (60%), aber mit dem Personal, den Technikern, gibt es keine eindeutige Zufriedenheit. Ein großer Teil hat eine jährliche Ablesung (42,22%) und ein weiterer großer Teil (46,67%) hat eine Ablesung alle 3 bis 5 Jahre. Das bedeutet, wenn eine jährliche Ablesung vereinbart wurde, dass die digitalen Geräte ohne Fernablesemöglichkeit ausgestattet sind, weswegen die Techniker eine jährliche Ablesung durchführen müssen. Aber wenn ein Techniker den Kunden nur alle 3 bis 5 Jahre besuchen muss, bedeutet das, dass die Geräte mit Fernablesemöglichkeit sind und er nur zum Batterieaustausch wie bei Kalt- und Warmwasserzähler kommt. Diese Ergebnisse zeigen die Flexibilität mit den digitalen Geräten mit Fernablesemöglichkeit im Vergleich zu den Geräten ohne Fernablesung, da weniger Besuche des Technikers nötig sind. Auf der anderen Seite zeigen die Ergebnisse den Vorteil des neuen Dienstes WebMon. Obwohl nur 4,44% und 13,33% der Kunden häufig das WebMon nutzen – und ein großer Teil (46,67%) es nur selten nutzt – haben sich 88,37% der Kunden positiv über den Dienst als Hilfe für die Verbrauchswertkontrolle und -überwachung geäußert. Sie konnten so den Verbrauch verringern und hatten Transparenz durch die digitale

Ablesung. Nur 4,44% der Kunden nutzen WebMon oft, aber 88,37% würden diese Dienstleistung weiterempfehlen.

Aus Kundenumfragen ergibt sich weiters, dass die Flexibilität der Ablesungsprozesse, Terminvereinbarung und die neue Dienstleistung „WebMon“. Das entspricht dem ersten entscheidenden Aspekt nach **Unternehmensentwicklung**. Kundenzufriedenheit eine Rolle beim IoT-Einsatz in der Messtechnik GmbH & CO KG spielen, das war auch in der Entwicklerumfrage aus Frage 5: „Welche Vorteile für den Endbenutzer gibt es?“ ersichtlich. Die bejahenden Antworten zu Geld- und Zeitersparnis sind 75% und 50% bejahten mehr Flexibilität. Dies definiert noch einmal die Flexibilitäts- und Kundenzufriedenheits-Eigenschaften. Daraus erklärt sich auch der nächste entscheidende Aspekt nach **Kundenzufriedenheit sowie Kundenanforderungen**.

Die anderen Aspekte sind aus der Entwicklerumfrage im Zusammenhang mit den Interviews abgeleitet.

Aus der Entwicklerumfrage wurden also ebenfalls die im vorgehenden Absatz erwähnten Aspekte herausgefunden:

- Unternehmensentwicklung
- Kundenzufriedenheit sowie Kundenanforderungen

11.2 Aus Entwickler- bzw. Unternehmenssicht

Die Entwicklerumfrage zeigt das Verständnis des IoT, der IoT-Komponenten und den Einfluss des IoT in Unternehmensprozessen, -produkten, -services und -planung. Diese Aspekte beeinflussen die Entscheidung für den Einsatz von IoT im Unternehmen. Die Entwickler meinten, dass das Vorwissen über IoT bzw. die Technologie, die die Geräte mit dem Internet verbindet, vorhanden sein soll wie z.B. Sensorik, Big Data und Cloud Computing, Mikrokontroller und Programmiersprachen. 100% der Befragten meinten, dass Netzwerk und Kommunikation wichtiges Vorwissen haben müssen. Das bedeutet **Messtechnikbereich-Verständnis**-Aspekt. Messtechnikbereich-Verständnis ist ein wichtiger Aspekt beim IoT-Einsatz, um die Arbeitsweise, die Prozesse und Produkte im Unternehmen zu verstehen und zu kennen. Die Herausforderungen beim IoT-Einsatz sind dem Entwickler bekannt wie Datenschutz (75,00%), -qualität (62,50%), Fehlerreduktion (50%) und Produktkomplexität (62,50%), das erklärt auch den Aspekt der **Qualität**. Die Risiken wie auch die Vorteile des Einsatzes von IoT sind dem Entwickler auch bekannt. Die Vorteile bzw. Chancen liegen bei der Automatisierung mit 87,50% und mit 62% bei Echtzeitanwendungen. Der erste Vorteil aus Entwicklersicht ist die höhere Effizienz – so antworteten 100% der Befragten. Aus den Herausforderungen und Vorteilen für das Unternehmen wird auch ein anderer Aspekt erklärt, nämlich die **Risikominimierung**. Die Vorteile für den Kunden aus Entwicklersicht bzw. Unternehmenssicht sind die Flexibilität (50%), Zeitsparen (75%), Geldsparen (75%) und Genauigkeit (37,50%). Das entspricht den Ergebnissen der Kundenumfrage, da 88,37% der befragten Kunden meinten, dass der entwickelte Dienst WebMon Hilfe für das Energiesparen bietet und die Kundenzufriedenheit mit den vereinbarten Ablesezeiten steigen wird. Die letzten Fragen der Entwicklerumfrage zeigen, dass die

Entwicklung von neuen Dienstleistungen (50%) und die Produktentwicklungs-Integration (62%) sich beim IoT-Einsatz im Unternehmen auswirkt, daher wird die **Dienstleistungserweiterung bzw. Produktentwicklung** als ein Grund dafür angegeben. Das Unternehmen entwickelte sich beim IoT-Einsatz und wurde auch beeinflusst, da die Entwicklerantworten zeigen, dass sich der IoT-Einsatz zu 100% auf die Prozessänderungen auswirkt und zu 50% zu Planungsänderungen führt. Die Arbeitsweise wurde ebenfalls beeinflusst, da 75% der Entwickler sagten, dass die Agilität der Arbeit beeinflusst wurde – bei der Flexibilität waren es sogar 100%. Ebenso wurde der Informationsfluss im Unternehmen beeinflusst: Transparenz (50%), Datenqualität (50%) und verbessertes Reporting (87,50%). Aufgrund dieser Beschreibungen ist die **Unternehmensentwicklung** ein wesentlicher Aspekt.

Aus der Entwicklerumfrage werden also die im vorigen Absatz erwähnten Aspekte herausgefunden:

- Messtechnikbereich-Verständnis
- Qualität
- Kundenzufriedenheit
- Unternehmensentwicklung
- Risikominimierung
- Dienstleistungserweiterung und Produktentwicklung

In Verbindung mit den Interviews der Entwickler wird herausgefunden, dass die Aspekte der Entwicklerumfrage vorhanden sind wie z.B. Messtechnikbereich-Verständnis, Qualität, Risikominimierung und Dienstleistungserweiterung. Zusätzliche Aspekte, die nur schwierig über eine Umfrage herauszufinden sind wie **IoT-Konzept** und **Kosten**, können durch die Interviews extrahiert und festgelegt werden. Die Kategorien der Interviews entsprechen den Aspekten des IoT-Einsatzes:

- **Messtechnikbereichverständnis**
Beim Einsatz des IoT im Messtechnikbereich ist es wichtig, die Branche zu verstehen, wie diese funktioniert, sowie über das notwendige technische Wissen in Bezug auf die Geräte sowie die Datensammlung und -übertragung im Unternehmen zu verfügen. Die Prozesse, die von einer Ablesung abhängig sind, müssen bekannt sein, um auch Entwicklungsziele definieren zu können.
- **IoT-Konzept**
So wie das Verständnis der Messtechnikbranche wichtig ist, ist auch das IoT-Verständnis wichtig, um die Enabling Technologien zu kennen und bestmöglich zu nutzen. IoT-Einsatzgründe bzw. -ziele sollen definiert werden.
- **Dienstleistungserweiterung**
Die Entwicklerumfrage und Interviews zeigen, dass die Entwicklung von neuen Diensten bzw. Geschäftsmodellen mehr und weitreichendere Chancen mit IoT hat, z.B. WebMon –

dieser Dienst war vorher nicht möglich, da keine kontinuierliche bzw. regelmäßige Ablesung vorhanden war. Mit dem neuen IoT-Produkt „DACOS“ wurde es erst möglich, ein neues Geschäftsmodell wie „WebMon“ zu erstellen.

- **Qualität**

ist ein wichtiger Aspekt, welcher von allen Entwicklern im Interview erwähnt wurde und auch in der Umfrage vorkommt. Alle Entwickler haben über die Datenqualität, Datenübertragung, Datensicherheit, lange Batterielaufzeit sowie die Flexibilität der Arbeit gesprochen, z.B. dass keine Anfahrt zum Kunden mehr nötig ist. Die Abhängigkeit von Personen fehlt auch beim IoT-Einsatz. Qualität hat eine große Bedeutung für das Unternehmensimage, den Markt und die Kunden.

- **Risiko-Minimierung**

Die Entwickler haben verschiedene mögliche Risiken erwähnt, wie z.B. Fehler, Probleme, Datenübertragung, Datenfluss und illegale Sensoren. Unterschiedliche Lösungen für die Risikominimierung wurden in den Antworten aufgezählt, wie z.B. eine eigene VPN für die Geräte, Seriennummer, Verschlüsselung, Netzwerkkennung und Fehlertoleranz. Die Risiken müssen behandelt, vermieden bzw. verringert werden. Die möglichen Technologien gegen Risiken müssen identifizierbar sein, um den IoT-Einsatz ohne Probleme zu ermöglichen und davon zu profitieren.

- **Kosten**

Die Entwicklung geht stark voran, um die Kosten zu reduzieren. Eine Änderung im Unternehmen war, dass die Dateneingabeabteilung aufgelöst wurde, da die Daten nun automatisiert bzw. in digitalem Format kommen. Dadurch werden auch die Fehler bei der manuellen Eingabe bzw. das Personal reduziert. Eine weitere Änderung ist, dass keine Anfahrt mehr zum Kunden notwendig ist, es werden weniger Benzingeld und Autos benötigt. Indirekt kostensparend ist die lange Laufzeit der Batterien durch den Einsatz von „ultra low power consumption“. Kostenverringerung spielt somit eine Hauptrolle beim Einsatz des IoT und der Neuentwicklung von Geräten und Diensten im Unternehmen.

11.3 Zusammenfassung

Die Verbindungen von vielen Dingen des Alltags mit dem Internet hat unsere Lebensweise geändert und beeinflusst unsere Tagesabläufe sowohl im Privatleben als auch am Arbeitsplatz. Daraus folgt auch eine eindeutige Beeinflussung der Industrie und vieler Dienstleistungen. Es gab mehrere Versuche, die Geräte, Dienste oder Produkte mit dem Internet zu verbinden. Daraus entstand das sogenannte Internet der Dinge (IoT). Das heißt, alle Dinge, Dienstleistungen und Produkte (Objekte) sind mit dem Internet verbunden. Diese Änderungen beeinflussten die Entwicklung von Unternehmens- und Branchenprozessen bzw. Arbeitsweisen sowie die Erstellung von neuen Geschäftsmodellen, wie z.B. WebMon, als einen neuen Webdienst.

Daher steigt die Bedeutung des IoT laut den Statistiken und Zahlen, die in Kapitel 4 dieser Arbeit enthalten sind. Folglich besteht ein Bedarf an den Konzepten, die dem Internet der Dinge

zugrunde liegen und an der Technologie, die das Arbeiten mit dem Internet der Dinge ermöglicht. Die notwendigen Konzepte und Technologien, die auf dem Internet der Dinge basieren, sowie die genutzten Komponenten, wie Cloud-Computing, M2M und Fernablesung, sind in Kapitel 6 beschrieben.

Bei diesen Anwendungen und Entwicklungen ist es auch dringend erforderlich, die von diesen Anwendungen gebotenen Chancen und Risiken in Kapitel 5 zu untersuchen, z.B. welche Risiken diese Entwicklung behindern oder das Unternehmen und die Dienstleistungen beeinträchtigen könnten.

Die Methodik zur Entwicklung wird auch aufgeführt, wie z.B. Smartservices, Smarthome, IoT-Design und Nutzungsbereiche im Abschnitt 7.

Für weitere Kenntnisse und Analysen war es auch notwendig zu verstehen, wie die Messung im Messtechnikbereich funktioniert, damit die Antworten auf die Forschungsfrage dieser Arbeit gefunden werden können. Sie zeigen also, was Messtechnik ist, wie sie funktioniert, wie Daten von Geräten gesammelt werden und so weiter.

All dies hilft, das Ziel hinter dieser Arbeit zu verstehen. Die Forschungsfrage lautet: „Welche Aspekte entscheiden über den Einsatz von IoT im Bereich der Messtechnik?“

Um die Forschungsfrage nicht nur von der Theorie- sondern auch von der Praxisseite her beantworten zu können, wurde eine Umfrage für die Entwickler der Messtechnik GmbH & CO KG erstellt, um herauszufinden, inwieweit sie das Internet der Dinge, seine Anwendung und seine Komponenten verstehen und welche Änderungen sich im Unternehmen ergeben. Um herauszufinden, wie sich das IoT auch auf die Kunden auswirkt, wurden auch sie über eine Kundenumfrage befragt, wie zufrieden sie mit der Nutzung moderner Geräte und Dienste sind und wie zufrieden sie mit der Leistung der Techniker sind, die zu Terminen nach Hause kommen um Batterien auszutauschen, neue Geräte einzubauen oder zu reparieren.

Aus der Analyse der Ergebnisse von Umfragen und Interviews wurde ermittelt, welche Aspekte bei der Anwendung des Internets der Dinge im Unternehmen zu berücksichtigen sind:

1. Kundenanforderungen und -zufriedenheit
2. Unternehmensentwicklung
3. Messtechnik-Branchenverständnis
4. IoT-Konzept
5. Dienstleistungserweiterung und Produktentwicklung
6. Qualität
7. Risikenminimierung
8. Kosten

Diese Aspekte sind die Antwort auf die Forschungsfrage dieser Arbeit. Diese Aspekte wurden von Entwicklern der Messtechnik GmbH & CO KG unter Berücksichtigung der Kundenanforderungen extrahiert.

11.4 Ausblick

Der IoT-Einsatz gibt viele Chancen für das Unternehmen, um neue Produkte bzw. neue Dienstleistungen zu entwickeln. Diese steigern die Chance am Markt, da der Bedarf nach „smarten“ Geräten immer mehr zunimmt.

11.4.1 Ausblick für die Messtechnik GmbH & CO KG

Das Unternehmen hat mehrere Chancen für die Entwicklung von neuen Diensten bzw. neuen Geschäftsmodellen, wie z.B.

- Einsatz von erweiterter Realität, für die Unterstützung beim Lernen in den Bereichen Sanitär und Heizung (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14). Es wird die Arbeit erleichtern Fehler zu erkennen und die notwendigen Informationen schnell zur Verfügung zu stellen und damit die Arbeitsweise der Techniker erleichtern.
- Cloud-Computing kann auch eingesetzt werden, um effiziente Arbeit und Kosten zu reduzieren, da die materiellen Dinge fehlen, wie z.B. Hardware, da alles in der Cloud vorhanden ist. Die Daten sind in Echtzeit vorhanden und verfügbar.
- Entwicklung von vorhandenen Produkten, da in Bezug auf die Fernablesung ab Oktober 2020 gilt, dass alle neu installierten Zähler und Heizkostenverteiler fernablesbar sein sollen und ab 2022 ein Recht auf monatliche Verbrauchsinformation möglich sein soll. (minol.de 2019)
- Der Markt sollte immer beobachtet und studiert werden, um Neuigkeiten in der Entwicklung oder neue eingesetzte Technologien kennenzulernen und diese nach Bedarf auszunutzen und zu implementieren.

11.4.2 Ausblick für den Messtechnikbereich

Die Ergebnisse diese Arbeit können auch im Messtechnikbereich im Allgemeinen von Nutzen sein, da sich diese Aspekte aus einer Firma, die sich mit Messtechnik und Energieverbrauch beschäftigt, ableiten. Andererseits haben auch erfahrene Entwickler aus dem Messtechnikbereich an den Untersuchungen dieser Arbeit teilgenommen und den Einsatz von IoT und seine Herausforderungen erklärt.

IoT wird nach der Statistik und den Zahlen in allen Branchen eingesetzt. Das bedeutet, dass diese Aspekte auch anderen Branchen nutzen können, da die Aspekte für den Einsatz des IoT an Produkten und Diensten in aller Branchen geeignet sind.

Die Aspekte sind auch indirekt nach den Kunden orientiert, da die Kunden die erste Motivation zur Entwicklung von Produkten bzw. Geräten und Diensten sind. Die Kunden vertrauen den Firmen und glauben, dass die Basis des Produktes oder des Dienstes, wie z.B. Datensicherung und Datenschutz, Produktfehler vom Hersteller überlegt und ohne Fragen zur Verfügung bzw.

vorhanden sind. Der Aspekt der Risikominimierung kommt bei den Entwicklungen aller Produkte und Dienste vor, da bei der Entwicklung stets Risiken auftreten, die behandelt werden müssen.

Jede Firma in jeder Branche denkt immer an die Kosten und daran, wie sie diese reduzieren kann. Der Kosten-Aspekt spielt eine große Rolle in allen Branchen. In dieser Arbeit werden manche Beispiele für Kostenreduktion, z.B. die digitalen Daten bzw. automatisierten Daten, gegeben, da keine manuelle Eingabe mehr nötig ist.

Qualität ist von allen Branchen nachgefragt, da sie für das Firmen- bzw. Unternehmensimage und ihre Kunden die Hauptrolle für die Weiterentwicklung und Neuentwicklung von Produkten und Services spielt. In diese Arbeit werden mehrere Qualitätsmerkmale, wie z.B. Fehlertoleranz, Flexibilität und Verschlüsselung der Daten vorgestellt.

Das IoT durchdringt alle Lebensbereiche und wurde für viele Dienste, Anwendungen und Produkte unverzichtbar. Man sollte von seinen Vorteilen profitieren, und die Risiken durch die Betrachtung der Aspekte des Einsetzens des IoT in Abhängigkeit von den Bereichen und seinen Anwendungen minimieren.

ANHANG A - Entwicklerumfrage-Teil 1

Umfrage zur Bewertung des Einflusses des IoT Einsatzes und seiner Auswirkung auf dem Unternehmen

1. Welches Vorwissen soll der Entwickler haben um die IoT -einsetzen zu können?

- Mikrokontroller
- Programmiersprachen
- Netzwerk und Kommunikation Technologien
- Big Data und Cloud Computing
- Sensorik
- Sonstiges:(bitte angeben)

2. Was sind die wichtige IoT - Komponente?

- Hardware
- Software
- Netzwerk
- Sonstiges:(bitte angeben)

3. Welchen Herausforderungen begegnet man bei der IoT Integration / Umsetzung in dem Unternehmen?

- Datenschutz
- Datenqualität
- Produktkomplexität
- Sonstiges:(bitte angeben)

4. Welche Vorteile (Chancen) öffnen sich für die Firma bei der IoT Integration / Umsetzung?

- Automatisierung
- Echtzeitanwendungen
- Fehlerreduktion
- Höhere Effizienz
- Sonstiges:(bitte angeben)

ANHANG B - Entwicklerumfrage-Teil 2

5. Welche Vorteile ergeben sich für den Endbenutzer in diesem Sinne?

- Flexibilität
- Genauigkeit
- Geldsparen
- Zeitsparen
- Sonstiges (bitte angeben)

6. Findet die Entwicklung von Smart Services :

- in die Produktentwicklung-Integration?
- in die Serviceentwicklung-Integration
- nach der Produktentwicklung statt?
- Sonstiges (bitte angeben)

7. Welche Auswirkung hat IoT Einsatz auf die Unternehmen und ihre Dienstleistungen?

- Es entstehen neuer Services
- Es entstehen neuer Produkte
- Es Kommt zur Prozessänderungen
- Es kommt zu Planänderungen

8. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Planung bei Unternehmen?

- Automatisierung
- Integrierte Systeme
- Keine Einflüsse

9. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Arbeitsweisen im Unternehmen?

- Agilität
- Genauigkeit
- Flexibilität
- Sonstiges (bitte angeben)

10. Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf den Informationsfluss im Unternehmen?

- Transparenz
- Datenqualität
- Verbessertes Reporting
- Sonstiges (bitte angeben)

ANHANG C - Kundenumfrage -Teil 1

Umfrage zur Bewertung des Ablesungsprozesses durch klassische und digitale Geräte der Messtechnik GmbH & CO KG

1. Wie oft kommt der Techniker zum Ablesen zu Ihnen in die Wohnung/ nach Haus?

- 1 Mal pro Jahr 2 Mal pro Jahr 3 Mal pro Jahr je 3 bis 5 Jahre

2. Haben Sie digitale oder klassische Geräte zuhause?

- Digitale Geräte Klassische Geräte Gemischt Geräte Keine Ahnung

3. Wie ist der Verbrauch von Kalt- / Warmwasser bzw. Heizkosten nach der Nutzung von Web Monitoring (WebMon)?

- Sparsamer Mehr Verbrauch Kein Unterschied

4. Wurden Sie rechtzeitig über die Servicetermine informiert?

- ja Nein

5. Fand der Servicetermin im angekündigten Zeitfenster statt?

- Ja Nein

ANHANG D - Kundenumfrage -Teil 2

6. Wie oft finden die Termine für die Ablesung bei Ihnen statt?

- 1 Mal pro Jahr 2 Mal pro Jahr 3 Mal pro Jahr je 3 bis 5 Jahre

7. Wie beurteilen Sie die Freundlichkeit des Personals für die Ablesung die bei Ihnen statt gefunden hat?

- 1 2 3 4 5

8. Wie häufig haben Sie unseren WebMon-Service benutzt?

- Oft Häufig Selten Nie

9. Kann unser WebMon-Service als eine Hilfe für Ihre Energieeinsparung dienen?

- Ja Nein

10. Würden Sie unseren WebMon- Service weiterempfehlen?

- Ja Nein

ANHANG E - Interview 1

Interviewpartner: Ing.Mag. Walter Walzl

Datum: 21.11.2019

Ort: Messtechnik GmbH & CO KG

Dauer: 15 Minuten

- I:** Herzlichen Dank, dass Sie Zeit haben, um meine Fragen zu beantworten.
- B:** Gerne, es ist kein Problem. Das Thema interessiert mich auch selbst.
- I:** Zuerst möchte ich gerne wissen, seit wann Sie in der Messtechnik GmbH & Co KG sind?
- B:** Ich bin Seit 9 Jahren in der Messtechnik GmbH & Co KG.
- I:** Welche Gründe haben zur Entwicklung der digitalen Geräte geführt? Wie verstehen Sie den Begriff IoT „Internet der Dinge“?
- B:** Kosten, Unabhängigkeit von Kundenterminen, Datenqualität sind die Hauptgründe für die Entwicklung, keine Einschränkungen wie z.B. personelle sind mehr notwendig, mehr Flexibilität. IoT verstehe ich als den Datentransfer aus dem Feld, ich meine Umwelt, zu Zentrale, in unserem Fall ist das der zentrale Server.
- I:** War Ihnen der Begriff IoT früher schon bekannt?
- B:** IoT (kenne ich) nicht, aber die Technologie, Geräte mit dem Internet zu verbinden, schon.
- I:** Wie wurden die Änderungen bzw. Entwicklungen der Prozesse, Produkte, Dienstleistungen in der Messtechnik GmbH durchgeführt?
- B:** Die Änderungen sind durch die Entwicklungsabteilung gemacht worden, eine ganze Abteilung wurde eingespart; nämlich die der Dateneingabe von manuellen Ablesungen. Die Ableseprozesse und das Datenformat sind geändert. Vorher waren die Daten auf einem Zettel/ Papier aufgeschrieben und jetzt sind diese in digitalem Format. Die Datenqualität ist jetzt viel besser.
- I:** Welche neuen Geschäftsmodelle wurden in der Firma erstellt?
- B:** momentan Web Monitoring
- I:** Ist WebMon das erste Service, das auf die DACOS bzw. auf IoT gemacht ist (speziell nach Kundenanfragen)?
- B:** ja stimmt, mit manueller Ablesung war das nicht möglich.
- I:** Was passiert mit den Daten und wie werden sie wieder gesendet, wenn keine Internetverbindung zur Verfügung steht?
- B:** es gibt eine Sicherheitsoption, die automatisch bei 1 oder 2 Internet Verfügbarkeit mal die Daten senden. Außerdem meldet sich der DACOS jeden Tag am Server. Wenn es einen Fehler gibt und er schickt nichts, dann weiß man, dass es ein Problem gibt. Es gibt auch Datenhistorie, die auf dem DACOS gespeichert ist, und noch eine andere

Möglichkeit gibt es, die direkt ausliest, also die Risiken der Datenübertragung wurden schon vor der Entwicklung überlegt.

I: Gibt es VPN für IoT Geräte?

B: Ja, natürlich, eigenen VPN für DACOS

I: Kann man DACOS ein eingebettetes System nennen oder was gilt in der Firma als eingebettetes System?

B: Nein, es ist ein ständiges Gerät.

I: Wie wird Cloud Computing im Unternehmen eingesetzt?

B: Cloud Computing wird nicht in der Firma eingesetzt. Wir haben unseren eigenen Server.

I: Wie wird mit den folgenden Herausforderungen umgegangen: Sicherheit der Datenübertragung sowie Vorgehen gegen illegale Sensoren bzw. Geräte?

B: Durch Daten-verschlüsselung, wir empfangen, was uns bekannt ist. Die Geräte sind mit Seriennummer bezeichnet und über Netzwerk-, Objektkennung und Inhalt der Funktelegramme bekannt.

I: Kostengünstig?

B: Keine Anfahrt nötig, Datenabteilung gespart.

I: Energie/ lange Batterie- Laufzeit?

B: Von 5 bis 10 Jahre, ultra low Power wird genutzt, damit die Geräte einschlafen und wieder aufwachen und die Energieeinsparung ermöglichen können.

I: Skalierbarkeit?

B: Neue Geräte am Markt sind ein Grund für die Skalierbarkeit.

I: Fehlertoleranz?

B: Keine manuelle Ablesung mehr, das kann sich positiv auf die Fehlertoleranz auswirken.

ANHANG F - Interview 2

Interviewpartner: Ing. Thomas Murrer

Datum: 21.11.2019

Ort: Messtechnik GmbH & CO KG

Dauer: 12 Minuten

- I:** Herzlichen Dank, dass Sie Zeit haben, um meine Fragen zu beantworten.
- B:** Kein Problem, gerne.
- I:** Zuerst möchte ich gerne wissen, seit wann Sie in der Messtechnik GmbH & Co KG sind?
- B:** Seit 10 Jahren.
- I:** Welche Gründe haben zur Entwicklung der digitalen Geräte geführt? Wie verstehen Sie den Begriff IoT „Internet der Dinge“?
- B:** Es geht stark um die Kosten und die Datenqualität, da manuelles Eingeben fehlt, bedeutet das auch weniger Fehler. Erhöhte Flexibilität, da die Geräte mit dem Internet verbunden sind und alles digitalisiert wird.
- I:** War Ihnen der Begriff IoT früher schon bekannt?
- B:** Na ja, IoT war mir so nicht bekannt.
- I:** Wie wurden die Änderungen bzw. Entwicklungen der Prozesse, Produkte, Dienstleistungen in der Messtechnik GmbH durchgeführt?
- B:** Die Dateneingabe fehlt jetzt in der Firma, damals war eine ganze Abteilung für die manuelle Dateneingabe zuständig. Neue Dienstleistungen wie WebMon und die Weiterentwicklung von anderen Services waren notwendig. Am manuellen Ableseprozess wird gespart.
- I:** Welche neuen Geschäftsmodelle wurden in der Firma erstellt?
- B:** Webmonitoren.
- I:** Ist WebMon das erste Service, das auf die DACOS bzw. auf IoT gemacht ist?
- B:** ja, natürlich, vorher hatten wir keine regelmäßige Ablesung, die die Daten kontinuierlich schickt.
- I:** Was passiert mit den Daten und wie werden sie wieder gesendet, wenn keine Internetverbindung zur Verfügung steht?
- B:** Die Daten sind lokal gespeichert und bei der nächsten Internet Verbindung schickt DACOS die Daten aus. Von Serverseite aus gesehen, fragt DACOS ständig nach Daten, wenn keine Daten empfangen werden, erkennt man, dass es einen Fehler gibt. Es gibt auch ein Protokoll am Server, das die Fehler notiert.
- I:** Gibt es VPN für IoT-Geräte?
- B:** Ja, selbstverständlich, einen eigenen VPN für die DACOS. Die Daten werden verschlüsselt und an den Server geschickt.

- I:** Kann man DACOS ein eingebettetes System nennen oder was gibt es in der Firma für ein eingebettetes System?
- B:** Glaube ich nicht. DACOS wurde als ständiges Gerät in der Firma entwickelt.
- I:** Wie wird Cloud Computing im Unternehmen eingesetzt?
- B:** Nicht, wir haben einen zentralen Server.
- I:** Wie wird mit den folgenden Herausforderungen umgegangen: Sicherheit der Datenübertragung sowie Schutz vor illegalen Sensoren bzw. Geräten?
- B:** Verschlüsselung, unsere Geräte sind mit einer Seriennummer identifiziert, dann bekommen wir die Daten nur von unseren Geräten.
- I:** Kostengünstig?
- B:** Techniker für die Ablesung sind gespart, das bedeutet Zeit und Geld sparen.
- I:** Energie/ lange Batterie-Laufzeit?
- B:** Eine bestimmte Technologie ist angewendet, ich weiß nicht genau wie sie heißt, um Energie zu sparen, damit die Batterie länger läuft - 5 bis 10 Jahre, wie bei RU-2.
- I:** Skalierbarkeit?
- B:** Marktanforderung spielt eine Rolle für die Weiterentwicklung oder neue Geräteentwicklung.
- I:** Fehlertoleranz?
- B:** Ja, die manuelle Ablesung hat immer Fehler gehabt. Die Fehler sind viel weniger mit den neuen digitalen Geräten.

ANHANG G - Interview 3

Interviewpartner: Herr David Hoja

Datum: 22.11.2019

Ort: Messtechnik GmbH & CO KG

Dauer: 20 Minuten

- I:** Herzlichen Dank, dass Sie Zeit haben, um meine Fragen zu beantworten.
- B:** Gerne, es ist kein Problem. Das Thema interessiert mich auch selbst.
- I:** Zuerst möchte ich gerne wissen, seit wann Sie in der Messtechnik GmbH & Co KG sind?
- B:** Ich arbeite bei der Firma Messtechnik seit 5. November 2018, also ein bisschen mehr als 1 Jahr.
- I:** Welche Gründe haben zur Entwicklung der digitalen Geräte geführt? Wie verstehen Sie den Begriff IoT „Internet der Dinge“?
- B:** Es gibt mehrere Gründe zur Implementierung der Geräte. Einer von denen ist natürlich die Leichtigkeit, mit der wir die Daten zurückkriegen, die andere ist die Zufälligkeit der Geräte, die ist natürlich sehr wichtig, weil ein nicht funktionierendes Gerät zu Datenverlust führen kann und das ist für eine Firma, die einen Teil ihres Einkommens durch den Handel von Daten bekommt, ein sehr großes Problem. IoT – Internet der Dinge ist ein Begriff, unter dem ich mir ein Netzwerk kommunizierender Geräte vorstelle. Heutzutage haben wir komplexe Systeme und Netzwerke, in denen Geräte eine immer wichtigere Rolle spielen und die Routinearbeit der Menschen übernehmen.
- I:** War Ihnen der Begriff IoT früher schon bekannt? Aus welchen Gründen wird es in Ihrem Unternehmen eingesetzt?
- B:** Ja, der Begriff war mir schon lange vor meinem Eintritt in die Messtechnik bekannt. Es gibt mehrere Gründe, warum wir das einsetzen könnten. Einer von ihnen ist einfach um den optimalen Datenfluss im geringst möglichen Zeitraum herzustellen. Ein paar Jahre zuvor war schon die Benutzung unserer Android Applikation für das Sammeln der Daten eine Revolution, obwohl man die Daten noch manuell reinschreiben musste. Jetzt haben wir Geräte, die mit den DACOS Stationen per Funk kommunizieren.
- I:** Wie wurden die Änderungen bzw. Entwicklungen der Prozesse, Produkte, Dienstleistungen in der Messtechnik GmbH durchgeführt?
- B:** Durch unsere Kundenansicht die besten, qualitativ hochwertigsten Geräte zu liefern.
- I:** Welche neuen Geschäftsmodelle wurden in der Firma erstellt?
- B:** Der WebMon ist ein gutes Beispiel so eines neuen Business Modells.
- I:** Ist WebMon das erste Service, das auf die DACOS bzw. auf IoT gemacht ist?

- B:** WebMon ist die modernste Version und die einzige, die den Kunden ihren Verbrauch anzeigt. In der Firma haben wir natürlich viele Systeme, die wir für interne Bearbeitung der Daten benutzen. Viele von diesen alten Systemen sind PHP Web Applikationen mit JavaScript/JQuery am Front-end. Wir haben auch noch einige Systeme, die auf FoxPro laufen, ein Microsoft Produkt, das schon lange keine Updates mehr bekommt. Zurzeit haben wir ein frisches, modernes Software-Team, das diese Systeme neu schreibt in Java EE / Spring.
- I:** Was passiert mit den Daten und wie werden sie wieder gesendet, wenn keine Internetverbindung zur Verfügung steht?
- B:** Wenn wir über direkte Kommunikation vom Gerät zu unserem Server reden, dann natürlich nicht. Der Datenfluss ist natürlich nicht möglich ohne das Medium Internet. Wir haben aber andere Formen der Kommunikation, derer wir uns bedienen. Die Geräte z. B. kommunizieren mit den Stationen und senden Daten in einer loop. Diese Geräte benutzen nicht das Internet, sondern Funk.
- I:** Gibt es VPN für IoT Geräte?
- B:** Ja, aus Sicherheitsgründen benutzen wir nur VPNs.
- I:** Kann man DACOS ein eingebettetes System nennen oder was gibt es in der Firma für ein eingebettetes System?
- B:** Hmm, ich glaube nicht.
- I:** Wie wird Cloud Computing im Unternehmen eingesetzt?
- B:** Eigentlich gar nicht.
- I:** Wie wird mit den folgenden Herausforderungen umgegangen? Sicherheit der Datenübertragung sowie Schutz vor illegalen Sensoren bzw. Geräten?
- B:** Es gibt viele Sicherheitsmaßnahmen. Diese Frage sollte aber besser unseren Embedded-Entwicklern gestellt werden.
- I:** Kostengünstig?
- B:** Eigene Produktion, weniger Aufwand durch weniger Anfahrten, um die Geräte manuell abzulesen.
- I:** Energie/ lange Batterien-Laufzeit?
- B:** 5-10 Jahre Lebensdauer, alles auf ultra low power Konsum.
- I:** Skalierbarkeit?
- B:** Würde ich leider nicht wissen.
- I:** Fehlertoleranz?
- B:** Die Toleranz ist auf jeden Fall mit der Modernisierung geringer geworden. Nichts wird z. B. mehr manuell eingetragen, was 'human error' verhindert.

ANHANG H - Kodierung und Kategorienbildung des 1. Interview

Textabschnitt	Kodierung	Kategorie
Seit 9 Jahren in Messtechnik	Jahren	Messtechnikbranch- Verständnis
Kosten	Kosten	Kosten
Unabhängigkeit von Kunden Terminen	Unabhängigkeit	Qualität
Datenqualität sind die Hauptgründe für die Entwicklung	Datenqualität	Qualität
keine Einschränkungen wie z.B. personelle sind mehr notwendig, mehr Flexibilität	Flexibilität	Qualität
IoT verstehe ich als den Datentransfer aus dem Feld	Datentransfer	IoT Qualität
IoT (kenne ich) nicht, aber die Technologie, Geräte mit dem Internet zu verbinden, schon	Technologie Internet verbinden	IoT
eine ganze Abteilung wurde eingespart	Einsparen	Kosten
Die Änderungen sind durch die Entwicklungsabteilung gemacht worden	Entwicklungsabteilung	Dienstleistungserweiterung
eine ganze Abteilung wurde eingespart; nämlich die der Dateneingabe von manuellen Ablesungen. Die Ableseprozesse und das Datenformat sind geändert. Vorher waren die Daten auf einem Zettel/ Papier aufgeschrieben und jetzt sind diese in digitalem Format. Die Datenqualität ist jetzt viel besser	Dateneingabe Datenformat Prozesse Datenqualität	Qualität

Vorher waren die Daten auf einem Zettel/ Papier aufgeschrieben und jetzt sind diese in digitalem Format. Die Datenqualität ist jetzt viel besser.	Schreiben Datenqualität	Risiko Minimierung
Web Monitoren	Web Monitoren	Dienstleistungserweiterung
mit manueller Ablesung war das nicht möglich	manuell	Qualität Risiko Minimierung
es gibt Sicherheitsoption	Sicherheitsoptionen	Risiko Minimierung
die automatisch bei 1 oder 2 Internet Verfügbarkeit mal die Daten senden	Internet verbinden	IoT
Außerdem meldet sich der DACOS jeden Tag am Server. Wenn es einen Fehler gibt und er schickt nichts, dann weiß man, dass es ein Problem gibt	Fehler Problem	Risiko Minimierung
Es gibt auch Datenhistorie, die auf dem DACOS gespeichert ist	Datenhistorie	Qualität Risiko Minimierung
die direkt ausliest, also die Risiken der Datenübertragung wurden schon vor der Entwicklung überlegt	Datenübertragung	Risiko Minimierung
Ja, natürlich, eigenen VPN für DACOS	VPN	Risiken Minimierung Qualität
Nein, es ist ein ständiges Gerät	Gerät	IoT
Cloud Computing wird nicht in der Firma eingesetzt. Wir haben unseren eigenen Server	Cloud computing	IoT

Durch Daten- verschlüsselung, wir empfangen, was uns bekannt ist. Die Geräte sind mit Seriennummer bezeichnet und über Netzwerk-, Objektkennung und Inhalt der Funktelegramme bekannt	Datenverschlüsselung Serialnummer Netzwerk-, Objektkennung Funktelegramme	Risiken Minimierung Qualität
Keine Anfahrt nötig, Datenabteilung gespart	Anfahrt Einsparen	Kosten
Von 5 bis 10 Jahre, ultra low Power wird genutzt, damit die Geräte einschlafen und wieder aufwachen und die Energieeinsparung ermöglichen können	Energiesparen Ultra low Power	Kosten Qualität
Neue Geräte am Markt sind ein Grund für die Skalierbarkeit	Markt Skalierbarkeit	Dienstleistungserweiterung
ein Grund für die Skalierbarkeit	Skalierbarkeit	Qualität
Keine manuelle Ablesung mehr, das kann sich positiv auf die Fehlertoleranz auswirken	Fehlertoleranz	Risiken Minimierung Qualität

ANHANG I - Kodierung und Kategorienbildung des 2. Interview

Textabschnitt	Kodierung	Kategorie
seit 10 Jahre	Jahren	Messtechnikbranch- Verständnis
Es geht stark um die Kosten	Kosten	Kosten
die Datenqualität, da manuelles Eingeben fehlt	Datenqualität Eingeben	Qualität
bedeutet das auch weniger Fehler	Fehler	Risiko Minimierung
Erhöhte Flexibilität, da die Geräte mit dem Internet verbunden sind und alles digitalisiert wird	Flexibilität	Qualität
da die Geräte mit dem Internet verbunden sind und alles digitalisiert wird	Internetverbindung	IoT
IoT war mir so nicht bekannt	IoT	IoT
damals war eine ganze Abteilung für die manuelle Dateneingabe zuständig	Dateneingeben	Qualität
Neue Dienstleistungen wie WebMon und die Weiterentwicklung von anderen Services waren notwendig. Der manuelle Ableseprozess wurde eingespart	WebMon Weiterentwicklung	Dienstleistungserweiterung
Der manuelle Ableseprozess wurde eingespart	Einsparen	Kosten
Webmonitoren	Webmonitoren	Dienstleistungserweiterung
vorher hatten wir keine regelmäßige Ablesung, die die Daten kontinuierlich schickt	Regelmäßigkeit Kontinuieren	Qualität

Die Daten sind lokal gespeichert und bei der nächsten Internet Verbindung schickt DACOS die Daten aus. Von Serverseite aus gesehen, fragt DACOS ständig nach Daten, wenn keine Daten empfangen werden, erkennt man, dass es einen Fehler gibt. Es gibt auch ein Protokoll am Server, das die Fehler notiert	Internetverbindung Datenübertragung Fehler Protokoll	Risiko Minimierung
einen eigenen VPN für die DACOS. Die Daten werden verschlüsselt und an den Server geschickt	VPN Verschlüsselung	Risiko Minimierung
DACOS wurde als ständiges Gerät in der Firma entwickelt	Gerät	IoT
wir haben einen zentralen Server	Cloud- Computing	IoT
Verschlüsselung, unsere Geräte sind mit einer Seriennummer identifiziert, dann bekommen wir die Daten nur von unseren Geräten	Verschlüsselung Serialnummer Datenübertragung	Risiko Minimierung
Techniker für die Ablesung sind gespart, das bedeutet Zeit und Geld sparen	Sparen Zeit Geld	Kosten
Eine bestimmte Technologie ist angewendet, ich weiß nicht genau wie sie heißt, um Energie zu sparen	Energiesparen	Kosten
damit die Batterie länger läuft - 5 bis 10 Jahre, wie bei RU-2	Laufzeit	Risiko Minimierung Qualität

<p>Marktanforderung spielt eine Rolle für die Weiterentwicklung oder neue Geräteentwicklung</p>	<p>Marktanforderung Weiterentwicklung Geräteentwicklung</p>	<p>Dienstleistungserweiterung Qualität</p>
<p>die manuelle Ablesung hat immer Fehler gehabt. Die Fehler sind viel weniger mit den neuen digitalen Geräten</p>	<p>Fehler</p>	<p>Risiken Minimierung</p>

ANHANG J - Kodierung und Kategorienbildung des 3. Interview

Textabschnitt	Kodierung	Kategorie
also ein bisschen mehr als 1 Jahr	Jahren	Messtechnikbranch-Verständnis
Einer von denen ist natürlich die Leichtigkeit, mit der wir die Daten zurückkriegen, die andere ist die Zufälligkeit der Geräte, die ist natürlich sehr wichtig, weil ein nicht funktionierendes Gerät zu Datenverlust führen	Leichtigkeit Zufälligkeit Datenverlust	Qualität
Internet der Dinge ist ein Begriff, unter dem ich mir ein Netzwerk kommunizierender Geräte vorstelle	Netzwerkkommunikation	IoT
Einer von ihnen ist einfach um den optimalen Datenfluss im geringst möglichen Zeitraum herzustellen	Datenfluss	Qualität
Jetzt haben wir Geräte, die mit den DACOS Stationen per Funk kommunizieren	Funk	IoT
qualitativ hochwertigsten Geräte zu liefern	Gerät	IoT
Der WebMon ist ein gutes Beispiel so eines neuen Business Modells	WebMon Bussines model	IoT
WebMon ist die modernste Version	WebMon	IoT
Viele von diesen alten Systemen sind PHP Web Applikationen mit JavaScript/JQuery am Frontend. Wir haben auch noch	Applikationen Systeme	Dienstleistungserweiterung

einige Systeme, die auf FoxPro laufen, ein Microsoft Produkt, das schon lange keine Updates mehr bekommt. Zurzeit haben wir ein frisches, modernes Software-Team, das diese Systeme neu schreibt in Java EE / Spring		
Wenn wir über direkte Kommunikation vom Gerät zu unserem Server reden, dann natürlich nicht	Kommunikation	IoT
Der Datenfluss ist natürlich nicht möglich ohne das Medium Internet	Datenfluss	Qualität
Der Datenfluss ist natürlich nicht möglich ohne das Medium Internet	Internet	IoT
Wir haben aber andere Formen der Kommunikation, derer wir uns bedienen. Die Geräte z. B. kommunizieren mit den Stationen und senden Daten in einer loop. Diese Geräte benutzen nicht das Internet, sondern Funk	Internetverbindung Datenübertragung Fehler Protokoll	Risiko Minimierung
Wir haben aber andere Formen der Kommunikation, derer wir uns bedienen. Die Geräte z. B. kommunizieren mit den Stationen und senden Daten in einer loop. Diese Geräte benutzen nicht das Internet, sondern Funk	Kommunikation Funk	IoT
aus Sicherheitsgründen benutzen wir nur VPNs	Sicherheit VPN	Risiko Minimierung

Es gibt viele Sicherheitsmaßnahmen	Sicherheitsmaßnahmen	Risiko Minimierung
weniger Aufwand durch weniger Anfahrten, um die Geräte manuell abzulesen	Aufwand	Kosten
5-10 Jahre Lebensdauer, alles auf ultra low power Konsum	Lebensdauer Ultra Low Power	Kosten
Die Toleranz ist auf jeden Fall mit der Modernisierung geringer geworden	gering	Risiko Minimierung
Nichts wird z. B. mehr manuell eingetragen	Eintragen	

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AR	Augumented Reality
B2B	Business to Business
B2C	Business to Client
BDA	Big Data Analytics
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
CAFM	Computer-Aided Facility Management
CEO	Chief Excutive Officers
CIO	Chief Information Officers
ClIoT	Consumer Internet of Things
DACOS	Data Collection System
DDoS	Distributed Denial of Service
EHKVE	Elektronische Heizkostenverteiler
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
http	Hypertext Transfer Protocol
IIoT	Industriell IoT
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IoT	Internet der Dinge
IT	Information Technologie
IWMS	Integrated Workplace Management System
kWh	Kilowattstunde
LAN	Local Area Network
M-Bus	Meter-Bus
MWh	Megawattstunde
NoSQL	Not only SQL Structured Query Language
QoS	Quality of Service
RFID	radio-frequency identification
RU-2	Radio unidirectional
SIEM	Security Information and Event Management)
SRD	Short Range Devices
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VHKA	Verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung

VLAN	virtual Local Area Network
VPN	virtual private network
VR	Virtual Reality
WebMon	Web Monitoring
WI-FI	wireless local area networking
WLAN	Wireless Local Area Network
WMRA1	Water Meter Radio Adapter type 1
WoT	Web of Things
WSN	Wireless Sensor Networks
ZVEI	Zentralverband Elektronik- und Elektronikindustrie

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Umfrage zur Rolle der Marktforschung in der digitalen Transformation 2017 (Statista, 2019d)	7
Abbildung 2: Weltweite Erträge im Markt für verbundene Devices in Milliarden US-Dollar (Statista, 2019b)	8
Abbildung 3: IoT-Architektur (Heller und Teschemacher, 2018a, S. 16)	11
Abbildung 4: Prognostizierte Ausgaben für das "Internet der Dinge" (IoT) weltweit bis 2020 (Statista, 2019c)	13
Abbildung 5: globale Endnutzer Industrie Marktanteil 2018 (Fortune Business Insights, 2019)	14
Abbildung 6: der Vergleich der angeschlossenen Geräte mit der menschlichen Bevölkerung (Mukhopadhyay, 2014, S. 4)	16
Abbildung 7 Gefährdung der Sicherheit der Informationsverarbeitung (Lassmann, 2006, S. 349)	20
Abbildung 8 IoT Systemarchitektur (Balas et al., 2019, S. 120)	23
Abbildung 9 Typische Struktur von sensorbasierten IoT-Systemen (May, 2018, S. 349)	26
Abbildung 10 Aspekte, die dem IoT zugeordnet sind (Borgmeier et al., 2017, S. 5)	28
Abbildung 11: Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025 (Statista, 2019b)	30
Abbildung 12: Das Grundkonzept (Glanz und Büsgen, 2013, S. 18)	33
Abbildung 13: Augmented Reality basierte Unterstützung für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk 1 (ARSUL, 2018, S. 4)	35
Abbildung 14: Augmented Reality basierte Unterstützung für das Lernen im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk 1 (ARSUL, 2018, S. 5)	35
Abbildung 15: Beispiel zum Unterschied zwischen virtueller Realität und erweiterter Realität (magic-holo.com, 2017, S. 2)	37
Abbildung 16 Dimensionen eines Smart Service LifeCycle Managements (Borgmeier et al., 2017, S. 77)	42
Abbildung 17 Smarte Produkte und Dienstleistungen entwickeln (Fraunhofer-Institut, 2019)	44
Abbildung 18 IoT-Designprinzipien (Eigene Darstellung, 2019)	46
Abbildung 19 Darstellung der IoT-Anwendungen mit den ermöglichten Technologien des IoT (Eigene Darstellung, 2019)	48
Abbildung 20 Darstellung von Datenerfassung und Übertragung bis zu der Speicherung auf den Zentrale Rechner über das Gateway (Eigene Darstellung, 2019)	52
Abbildung 21: Typische M-Bus Installationen (Messtechnik GmbH, 2019c, S. 2)	53
Abbildung 22: RU-2 (selbst aufgenommen, 2019)	56
Abbildung 23: Wasserzähler (selbst aufgenommen, 2019)	57
Abbildung 24: Wärmezähler Messtechnik ELF inklusive Funkmodul (selbst aufgenommen, 2019)	58
Abbildung 25: Datensammler DACOS inklusive GPRS-Links (selbst aufgenommen, 2019)	59
Abbildung 26: REDAC- Funksystem (Messtechnik, 2019b)	60
Abbildung 27: Mittlere Sendleistung Vergleichen zwischen RU-2 und andere Funk-Geräte (Messtechnik GmbH, 2019b, S. 2)	61

Abbildung 28: WebMon Endnutzer-Ansicht (Messtechnik GmbH, 2019e)	63
Abbildung 29: WebMon objekteliste für angemeldete Hausverwaltung (Messtechnik GmbH, 2019e).....	63
Abbildung 30: Statistik für einen ausgewählten Objekt (Messtechnik GmbH, 2019e).....	64
<i>Abbildung 31: Beispiel für die Wohnungsliste eines Objektes (Messtechnik GmbH, 2019e)</i>	<i>65</i>
Abbildung 32: Beispiel für die Statistik einer Wohnung (Messtechnik GmbH, 2019e)	65
Abbildung 33: Beispiel für Wohnungsmieterliste einer Wohnung (Messtechnik GmbH, 2019e)	66
Abbildung 34: Darstellung der ersten Frage der Entwicklerumfrage: „Welches Vorwissen soll der Entwickler haben, um die IoT einsetzen zu können?“	78
Abbildung 35: Darstellung der zweiten Frage der Entwicklerumfrage: „Was sind die wichtigsten IoT-Komponenten?“	79
Abbildung 36: Darstellung der dritten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Herausforderung haben Sie bei der IoT-Umsetzung?“	79
Abbildung 37: Darstellung der vierten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Vorteile (Chancen) für die Firma bei der IoT-Umsetzung gibt es?“	80
Abbildung 38: Darstellung der fünften Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Vorteile für den Endbenutzer gibt es?“	80
Abbildung 39: Darstellung der sechsten Frage der Entwicklerumfrage: „Findet die Entwicklung von Smart Services in die Produktentwicklung integriert/ die Serviceentwicklung integriert/ nach der Produktentwicklung statt?“	81
Abbildung 40: Darstellung der siebten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Auswirkung hat der IoT-Einsatz auf die Unternehmen und ihre Dienstleistungen?“	81
Abbildung 41: Darstellung der achten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Planung bei Unternehmen?“	82
Abbildung 42 Darstellung der neunten Frage“ Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf die Arbeitsweisen im Unternehmen? „der Entwicklerumfrage	82
Abbildung 43: Darstellung der zehnten Frage der Entwicklerumfrage: „Welche Einflüsse hat der Einsatz von IoT auf den Informationsfluss im Unternehmen?“	83
Abbildung 44: Darstellung der ersten Frage der Kundenumfrage: „Wie oft kommt der Techniker zum Ablesen zu Ihnen in die Wohnung/ nach Hause?“	87
Abbildung 45: Darstellung der zweiten Frage der Kundenumfrage: „Haben Sie digitale oder klassische Geräte zuhause?“	87
Abbildung 46: Darstellung der dritten Frage der Kundenumfrage: “Wie ist der Verbrauch von Kalt- / Warmwasser bzw. Heizkosten nach der Nutzung von Web Monitoring (WebMon)?“	88
Abbildung 47: Darstellung der vierten Frage der Kundenumfrage: „Wurden Sie rechtzeitig über die Servicetermine informiert?“	88
Abbildung 48: Darstellung der fünften Frage der Kundenumfrage: “Fand der Servicetermin im angekündigten Zeitfenster statt?“	89
Abbildung 49: Darstellung der sechsten Frage der Kundenumfrage: “Wie oft finden die Termine für die Ablesung bei Ihnen statt?“	89
Abbildung 50: Darstellung der siebten Frage der Kundenumfrage:“Wie beurteilen Sie die Freundlichkeit des Personals bei der Ablesung, die bei Ihnen stattgefunden hat?“	90

Abbildung 51: Darstellung der achten Frage der Kundenumfrage: „Wie häufig haben Sie unseren WebMon-Service benutzt?“	90
Abbildung 52: Darstellung der neunten Frage der Kundenumfrage: „Kann unser WebMon-Service als eine Hilfe für Ihre Energieeinsparung dienen?“	91
Abbildung 53: Darstellung der zehnten Frage der Kundenumfrage: „Würden Sie unseren WebMon- Service weiterempfehlen?“	91

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Technologien und Risiken (Bartsch und Frey, 2017)	20
Tabelle 2 Herausforderungen bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen (Hüning, 2018, S. 13)..	27
Tabelle 3: Drahtlose Datenübertragung Medien(Glanz und Büsgen, 2013, S. 17).....	34
Tabelle 4 IoT-Schichtenmodell (Borgmeier et al., 2017).....	43
Tabelle 5 Ergebnisse der Kenntnisse und Herausforderungen Fragengruppe der Entwicklerumfrage.....	75
Tabelle 6 Ergebnisse der Vorteile Fragengruppe der Entwicklerumfrage	76
Tabelle 7: Ergebnisse der Einflüsse auf Produktion, Fragengruppe der Entwicklerumfrage	77
Tabelle 8: Ergebnisse der Einflüsse auf das Unternehmen, Fragengruppe der Entwicklerumfrage	78
Tabelle 9: Fragengruppe „Digitale oder klassische Geräte beim Kunden vorhanden“	84
Tabelle 10: Fragengruppe „Flexibilität und Zufriedenheit“	85
Tabelle 11: Fragengruppe der Bewertung des „WebMon“ Service	86

LITERATURVERZEICHNIS

ait.ac.at (2019): Drahtlose M2M Kommunikation. Online verfügbar unter <https://www.ait.ac.at/themen/physical-layer-security/drahtlose-m2m-kommunikation/>, zuletzt geprüft am 20.10.2019.

Andelfinger, V. P.; Hänisch, T. (2014): Internet der Dinge. Technik, Trends und Geschäftsmodelle: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=SbqPBQAAQBAJ>.

ARSUL (2018): Projekt_arsule.de. Online verfügbar unter <http://www.projekt-arsul.de/>, zuletzt geprüft am 18.10.2019.

Balas, V. E.; Solanki, V. K.; Kumar, R.; Ahad, M.A.R. (2019): A Handbook of Internet of Things in Biomedical and Cyber Physical System: SPRINGER. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=jQSjDwAAQBAJ>.

Bartsch, M.; Frey, S. (2017): Cyberstrategien für Unternehmen und Behörden: Maßnahmen zur Erhöhung der Cyberresilienz: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=KFWMDgAAQBAJ>.

Bassi, Alessandro; Bauer, Martin; Fiedler, Martin; Kramp, Thorsten; van Kranenburg, Rob; Lange, Sebastian; Meissner, Stefan (2013): Enabling things to talk. Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: SPRINGER.

Bee-Secure (2018). Online verfügbar unter <https://www.bee-secure.lu/de/kampagnen/big-data/big-data-und-das-internet-der-dinge#what>, zuletzt geprüft am 03.10.2019.

Bernstein, H. (2013): Messelektronik und Sensoren: Grundlagen der Messtechnik, Sensoren, analoge und digitale Signalverarbeitung: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=dkQiBAAAQBAJ>.

Bial, Dominik; Rock, Daniel (2019): IoT in der Cloud – Erkenntnisse und Erfahrungen eines Plattformvergleichs. Online verfügbar unter <https://www.informatik-aktuell.de/betrieb/virtualisierung/iot-in-der-cloud-erkenntnisse-und-erfahrungen-eines-plattformvergleichs.html>, zuletzt geprüft am 15.10.2019.

Borgmeier, Arndt; Grohmann, Alexander; Gross, Stefan F. (Hg.) (2017): Smart services und Internet der Dinge. Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices : Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie. München: Hanser.

- Braun, Tobias (2017): Chancen und Risiken von Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen. Eine Untersuchung am Beispiel der mittelständischen Automobilzulieferer. 1st ed. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Buchholz, Birgit; Ferdinand, Jan-Peter; Gieschen, Jan-Hinrich; Seidel, Uwe (2017): Digitalisierung industrieller Wertschöpfung – Transformationsansätze für KMU. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/2017-04-27_AUT%20Studie%20Wertsch%C3%B6pfungsketten.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- Bullinger, Hans-Jörg; Hompel, Michael ten (2007): Internet der Dinge. Www.internet-der-dinge.de. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (VDI-Buch).
- BundesBauBlatt (2019a): BundesBauBlatt. Online verfügbar unter https://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb_Verbrauch_von_Waerme_und_Wasser_per_Funk_ablesen_1706967.html, zuletzt geprüft am 21.10.2019.
- BundesBauBlatt (2019b): Fernablesung wird Standard in Europa - BundesBauBlatt. Online verfügbar unter https://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb_Fernablesung_wird_Standard_in_Europa_3321946.html, zuletzt geprüft am 21.10.2019.
- Chen, M.; Mao, Shiwen; Zhang, Yin; Leung, Victor Chung Ming (2014a): Big data. Related technologies, challenges and future prospects. Cham: SPRINGER (SpringerBriefs in Computer Science).
- Chen, Shanzhi; Xu, Hui; Liu, Dake; Hu, Bo; Wang, Hucheng (2014b): A Vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities With China Perspective. In: *IEEE Internet Things J.* 1 (4), S. 349–359. DOI: 10.1109/JIOT.2014.2337336.
- Computerweekly.de (2019): Was ist Machine-to-Machine (M2M)? - Definition von WhatIs.com. <https://www.facebook.com/computerweekly.de/>. Online verfügbar unter <https://www.computerweekly.com/de/definition/Machine-to-Machine-M2M>, zuletzt geprüft am 16.10.2019.
- Dietmar Gaar (2018): Identifizierung von Innovationspotentialen auf Basis von "Internet of things" für KMU. CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft, Studienrichtung Innovationsmanagement, Masterstudiengang Innovationsmanagement. Online verfügbar unter <http://permalink.obvsg.at/fwg/AC15219820>.
- Dreikauß, Jörg; Schardt, Kristina (2019): Vortrag "Augmented Reality im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk". Online verfügbar unter https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Dokumentationen/Neue-Technologien/pdf/Datenbrillen-2019-4.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 18.10.2019.

- Duddy, Keith (2007): What Would Smart Services Look Like. In: Bernd J. Krämer, Kwei-Jay Lin und Priya Narasimhan (Hg.): Service-oriented computing - ICSOC 2007. Fifth international conference, Vienna, Austria, September 17 - 20, 2007 ; proceedings, Bd. 4749. Berlin [u.a.]: SPRINGER (Lecture Notes in Computer Science, 4749), S. 5–14. Online verfügbar unter https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-01247-1_2.pdf, zuletzt geprüft am 11.10.2019.
- Elektronik_Kompendium.de (2019): Virtual Reality / Augmented Reality / Mixed Reality. Online verfügbar unter <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/2210231.htm>, zuletzt geprüft am 18.10.2019.
- elektrotechnik.vogel.de (2019): Wie Sensoren funktionieren und wo sie eingesetzt werden. Online verfügbar unter <https://www.elektrotechnik.vogel.de/wie-sensoren-funktionieren-und-wo-sie-eingesetzt-werden-a-713477/>, zuletzt geprüft am 26.10.2019.
- Embedded Software and Electronics Design - Gartner IT Glossary (2019). Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/it-glossary/embedded-software-and-electronics-design>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.
- Engels, G.; Plass, C.; Rammig, F. J. (2017): IT-Plattformen für die Smart Service Welt: Verständnis und Handlungsfelder: Utz Verlag GmbH. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=-UQzDwAAQBAJ>.
- Erner, M. (2018): Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=tLd9DwAAQBAJ>.
- Fortune Business Insights (2019): Internet of Things(IoT) Market size. Online verfügbar unter <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307>, zuletzt geprüft am 03.10.2019.
- Fraunhofer (2019): NGNI - M2M. Online verfügbar unter <https://www.fokus.fraunhofer.de/en/ngni/workingareas/m2m>, zuletzt geprüft am 16.10.2019.
- Fraunhofer-Institut (2019): Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Online verfügbar unter https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/index.php?option=com_content&view=article&id=2191&Itemid=1&lang=de, zuletzt geprüft am 12.10.2019.
- Gartner (2019a): Big Data. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data>, zuletzt geprüft am 03.10.2019.
- Gartner (2019b): Digitalization. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/it-glossary/digitalization/>, zuletzt geprüft am 28.03.2019.

- Gartner (2019c): Gartner Says 5.8 Billion Enterprise and Automotive IoT Endpoints Will Be in Use in 2020. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-io>, zuletzt geprüft am 19.11.2019.
- Gartner (2019d): Security. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/security>, zuletzt geprüft am 13.10.2019.
- Glanz, A.; Büsgen, M. (2013): Machine-to-Machine-Kommunikation: Campus Verlag. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=TSnjlzCB5hUC>.
- Gupta, B. B.; Agrawal, D. P. (2019): Handbook of Research on Cloud Computing and Big Data Applications in IoT: IGI Global. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=xmyPDwAAQBAJ>.
- Hegner, Marcus (2003): Methoden zur Evaluation von Software. Online verfügbar unter https://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis_reihen/iz_arbeitsberichte/ab_29.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2019.
- Heller, Helmut; Teschemacher, Sonja Teschemacher (2018a): Internet of Things: Moderne Technik für die Umweltdatenerfassung. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/327467100_Internet_of_Things_Moderne_Technik_fur_die_Umweltdatenerfassung.
- Heller, Helmut; Teschemacher, Sonja Teschemacher (2018b): Internet of Things: Moderne Technik für die Umweltdatenerfassung. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/327467100_Internet_of_Things_Moderne_Technik_fur_die_Umweltdatenerfassung.
- Henrich, Marcel (2019): Was ist M2M (Machine-to-Machine)? Online verfügbar unter <https://businessblog.magenta.at/m2m>, zuletzt geprüft am 16.10.2019.
- Hubbuch, Markus; Jäschke Brühlhart, Stefan (2014): Energiemanagement. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH.
- Hüning, F. (2018): Embedded Systems für IoT: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=nalxDwAAQBAJ>.
- IDG Computerwoche (2019): Internet of Things in der Praxis: Wie Unternehmen vom Internet der Dinge profitieren. Online verfügbar unter <https://www.computerwoche.de/a/wie-unternehmen-vom-internet-der-dinge-profitieren,3315002,2>, zuletzt geprüft am 15.10.2019.
- Kaiser, S.; Bamberg, E.; Klatt, R.; Schmicker, S. (2014): Arbeits- und Beschäftigungsformen im Wandel: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=iiYeBAAAQBAJ>.

- Kamalrudin, M.; Ahmad, S.; Ikram, N. (2018): Requirements Engineering for Internet of Things: 4th Asia-Pacific Symposium, APRES 2017, Melaka, Malaysia, November 9–10, 2017, Proceedings: Springer Singapore. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=zY1FDwAAQBAJ>.
- Khan, J. Y.; Yuce, M. R. (2019): Internet of Things (IoT): Systems and Applications: Jenny Stanford Publishing. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=DRGwDwAAQBAJ>.
- Lassmann, Wolfgang (2006): Wirtschaftsinformatik. Wiesbaden: Gabler. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-8349-9152-2.pdf>, zuletzt geprüft am 13.10.2019.
- Lücking, Thomas (2019): Design Thinking und Lean-Startup-Prinzipien für die erfolgreiche Geschäftsmodell entwicklung im IoT-Umfeld. In: *Digitale Welt* 3 (3), S. 20–23. DOI: 10.1007/s42354-019-0187-6.
- Lücking, Thomas; Pradler, Hanna; Huntjens, Math; Haas, Christian; Krotsch, Steffen (2018): Business IoT. In: *Digitale Welt* 2 (3), S. 71–78. DOI: 10.1007/s42354-018-0110-6.
- Madakam, Somayya (2015): Internet of Things: Smart Things. In: *IJFCC* 4 (4), S. 250–253. DOI: 10.7763/IJFCC.2015.V4.395.
- magic-holo.com (2017): Unterschied Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR). Online verfügbar unter <https://magic-holo.com/unterschied-virtual-reality-vr-und-augmented-reality-ar/>, zuletzt geprüft am 18.10.2019.
- Mariam Abdullah (2018): Erweiterung des Dienstleistungsangebots durch einen webbasierenden Informationsdienst, basierend auf digitalisierten Verbraucherdaten zum Zwecke einer periodischen Beurteilung des Heizungsverhaltens durch die Wohnungsnutzer. Bachelorarbeit. Campus02 Fachhochshule der Wirtschaft.
- Marxentlabs.com (2019): What is Virtual Reality? VR Definition and Examples | Marxent. <https://www.facebook.com/pages/Marxent-Labs/230264533725235>. Online verfügbar unter <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>, zuletzt geprüft am 18.10.2019.
- May, M. (2018): CAFM-Handbuch: Digitalisierung im Facility Management erfolgreich einsetzen: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=wwBuDwAAQBAJ>.
- Messtechnik (2019a): DACOS. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/produkte/dacos.html>, zuletzt geprüft am 27.05.2019.
- Messtechnik (2019b): dacos_prospekt. Online verfügbar unter https://www.messtechnik.at/views/prospekts/dacos_prospekt.pdf, zuletzt geprüft am 27.05.2019.

- Messtechnik (2019c): Firmengruppe Messtechnik. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/unternehmen/firmengruppe-messtechnik.html>, zuletzt geprüft am 24.05.2019.
- Messtechnik (2019d): Messtechnik ELF. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/produkte/messtechn.html>, zuletzt geprüft am 27.05.2019.
- Messtechnik (2019e): Unterputz-Wohnungswasserzähler. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/produkte/unterputz.html>, zuletzt geprüft am 27.05.2019.
- Messtechnik GmbH (2019a): Firmengruppe Messtechnik. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/unternehmen/firmengruppe-messtechnik.html>, zuletzt geprüft am 21.10.2019.
- Messtechnik GmbH (2019b): Funksystem REDAC. Online verfügbar unter <https://www.messtechnik.at/de/produkte/funksystem-redac.html>, zuletzt geprüft am 03.11.2019.
- Messtechnik GmbH (2019c): m-bus. Online verfügbar unter https://www.messtechnik.at/views/prospekts/M_BUS_Prospekt.pdf, zuletzt geprüft am 26.10.2019.
- Messtechnik GmbH (2019d): ru-2_infoblatt. Online verfügbar unter [https://www.messtechnik.at/views/nutzer-prospekts/ru-2_infoblatt%20\(1\).pdf](https://www.messtechnik.at/views/nutzer-prospekts/ru-2_infoblatt%20(1).pdf), zuletzt geprüft am 01.12.2019.
- Messtechnik GmbH (2019e): Web Monitoring Application. Online verfügbar unter <https://webmon.messtechnik.at/login>, zuletzt geprüft am 01.11.2019.
- Messtechnik_2017_Feldkirchen Geschichte MT (2017).
- Mierdorf, T. (2008): Digitale Produkte und Digital Rights Management: GRIN Verlag. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=s5CSO0i9S4MC>.
- minol.de (2019): Energieeffizienz-Richtlinie verabschiedet: Europa stellt auf Fernablesung und monatliche Verbrauchsinformationen um - Minol. Online verfügbar unter <https://www.minol.de/presse/energieeffizienz-richtlinie-verabschiedet-europa-stellt-auf-fernablesung-und-monatliche-verbrauchsinformationen-um.html>, zuletzt geprüft am 21.10.2019.
- Mukhopadhyay, S. C. (2014): Internet of Things: Challenges and Opportunities: Springer International Publishing. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=EPm8BAAAQBAJ>.
- Müller, Stefan (2016): Internet of Things (IoT). Ein Wegweiser durch das Internet der Dinge.
- Nuissl, E. (2010): Empirisch forschen in der Weiterbildung: Bertelsmann. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=K4KhrnJopgMC>.

- PEARL Projekt-Team: Tools und Methoden der qualitativen Sozialforschung. Online verfügbar unter https://www.uibk.ac.at/projects/pearl/downloads/toolbox_1.pdf, zuletzt geprüft am 10.11.2019.
- Peters, Nora (2010): Masterarbeit Nora Peters. Online verfügbar unter https://opus4.kobv.de/opus4-euv/frontdoor/deliver/index/docId/74/file/Masterarbeit_Nora_Peters.pdf, zuletzt geprüft am 10.11.2019.
- Prof. Dr. Jens Pöppelbuß (2019): Smart Service — Enzyklopaedie der Wirtschaftsinformatik. Online verfügbar unter <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/smart-service>, zuletzt geprüft am 10.10.2019.
- Reiniger, Markus; Stanley, Nigel; Coderre, Mark; Vaupel, Claus; Ehrschwendner, Nicolas (2018): Herausforderungen. In: *Digitale Welt 2* (3), S. 47–52. DOI: 10.1007/s42354-018-0106-2.
- Schallmo, Daniel; Rusnjak, Andreas; Anzengruber, Johanna (2017): Digitale Transformation von Geschäftsmodellen. Grundlagen, Instrumente und Best Practices (Schwerpunkt: Business Model Innovation).
- Schnabel, Patrick (2015): Kommunikationstechnik-Fibel. Grundlagen der Kommunikationstechnik, Netze und Übertragungssysteme, Funktechnik und Mobilfunk, Breitbandtechnik, Voice over IP. 4. Auflage. Ludwigsburg: Schnabel.
- Schreiber, Sebastian (2019): Internet of Things: Risiken & Gefahren. IDG Tech Media GmbH; <https://www.facebook.com/pcwelt>. Online verfügbar unter https://www.pcwelt.de/ratgeber/So_gefaehrlich_wird_das_Internet_der_Dinge-Kuehlschrank_und_Heizung_als_Bedrohung-8695866.html, zuletzt aktualisiert am 06.05.2019, zuletzt geprüft am 06.10.2019.
- Schwab, K.; Pyka, P. (2019): Die Zukunft der Vierten Industriellen Revolution: Wie wir den digitalen Wandel gemeinsam gestalten: Deutsche Verlags-Anstalt. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=Sk1yDwAAQBAJ>.
- Scribbr.de (2019): In 4 Schritten die passende Methode für deine Bachelorarbeit finden. Online verfügbar unter <https://www.scribbr.de/category/methodik/>, zuletzt aktualisiert am 06.11.2019, zuletzt geprüft am 06.11.2019.
- Statista (2019a): Deskriptive Statistik - Statista Definition. Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/49/deskriptive_statistik/, zuletzt geprüft am 15.11.2019.
- Statista (2019b): Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/>, zuletzt geprüft am 03.10.2019.

- Statista (2019c): Prognostizierte Ausgaben für das "Internet der Dinge" (IoT) weltweit bis 2020. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/537051/umfrage/prognose-zum-marktvolumen-des-internets-der-dinge/>, zuletzt geprüft am 27.10.2019.
- Statista (2019d): Wie sehen Sie die Rolle der Marktforschung in der digitalen Transformation? Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/809586/umfrage/umfrage-zur-rolle-der-marktforschung-in-der-digitalen-transformation/>, zuletzt geprüft am 28.03.2019.
- Statista (2019e): Wie sich der Markt für Connected Devices entwickelt. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/infografik/2775/weltweite-ertraege-im-markt-fuer-connected-devices/>.
- Statista (2019f): Wie sich der Markt für Connected Devices entwickelt. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/infografik/2775/weltweite-ertraege-im-markt-fuer-connected-devices/>.
- Straube, A. (2007): Wissensmanagement für digitale Güter: GRIN Verlag. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=TJjYsq--dq4C>.
- The Franklin Institute (2017): What's the Difference Between AR, VR, and MR? Online verfügbar unter <https://www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr>, zuletzt geprüft am 18.10.2019.
- Verified market research (2018): Global Internet of Things (IoT) Market Size and Forecast To 2026. Online verfügbar unter <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/global-internet-of-things-iot-market-size-and-forecast-to-2026/>, zuletzt geprüft am 11.09.2019.
- Wallmüller, Ernest (2017): Praxiswissen Digitale Transformation. Den Wandel verstehen, Lösungen entwickeln, Wertschöpfungen steigern. München: Carl Hanser Verlag.
- Was ist Cloud Computing? Leitfaden für Einsteiger | Microsoft Azure (2019). Online verfügbar unter <https://azure.microsoft.com/de-de/overview/what-is-cloud-computing/>, zuletzt geprüft am 04.10.2019.
- Wendzel, S. (2018): IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=qpNqDwAAQBAJ>.
- White, Gary; Cabrera, Christian; Palade, Andrei; Clarke, Siobhán (Hg.) (2018): Augmented Reality in IoT (11434).
- Wirtschaft und Schule (2019): Big Data. Online verfügbar unter <https://www.wirtschaftundschule.de/wirtschaftslexikon/b/big-data/>, zuletzt geprüft am 15.10.2019.
- WKO.at (2019): Augmented Reality: Anwendungen für Unternehmen. Online verfügbar unter https://www.wko.at/service/innovation-technologie-digitalisierung/Augmented_Reality.html, zuletzt geprüft am 18.10.2019.

- Y.Nait Malek; A. Kharbouch; H. El Khoukhi; M. Bakhouya; V. De Florio; D.El Ouadghiri et al. (2017): On the use of IoT and Big Data Technologies for Real-time Monitoring and Data Processing. Online verfügbar unter <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050917316903?token=7E46C4E3112969364C3D318CAEB4C498E606B3FB9DCA0BACA77CCA30D396B910B4CF298FFD68C673D6E528BBB83ABC27>, zuletzt geprüft am 03.10.2019.
- Ziekow, J. (2018): Verwaltungspraxis und Verwaltungswissenschaft: Nomos Verlag. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=KLGBDwAAQBAJ>.