

INTERNET OF THINGS – EIN LÖSUNGSANSATZ ZUR UNTERSTÜTZUNG NACHHALTIGER UNTERNEHMEN

Bachelorarbeit

Zur Erlangung des Grades Bachelor of Science (B.Sc.) im Studiengang
Informatik

vorgelegt von

Lorena Nickel

Immatrikulationsnummer: 213100261

E-Mail: lorenanickel@uni-koblenz.de

Fachbereich 4: Informatik
Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik
Universität Koblenz-Landau, Deutschland

Erstgutachter: Prof. Dr. Susan P. Williams
(Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik)

Zweitgutachter: M. Sc. Verena Hausmann
(Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik)

Koblenz, Januar 2017

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Mit der Einstellung dieser Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden. Der Veröffentlichung dieser Arbeit im Internet stimme ich zu.

Koblenz, 02.01.2017
(Ort, Datum)


(Unterschrift)

Abstract (DE)

Diese Arbeit kombiniert zwei Themengebiete, welche in unserer Gesellschaft und Wirtschaft immer präsenter und aktueller werden. Das erste Thema beinhaltet die Nachhaltigkeit, welche sich in dieser Arbeit in die drei Säulen Ökologie, Ökonomie und Soziales untergliedert. Die erste Säule, Ökologie, beschäftigt sich hauptsächlich mit der Bekämpfung von Umweltproblemen und dem nachhaltigen Erhalt der Natur. Der Bereich Ökonomie befasst sich damit, die Ressourcen nachhaltig zu nutzen, um ein langfristiges Erzielen von wirtschaftlichen Erträgen zu gewährleisten. Die letzte Säule hat den Zweck die Soziale Nachhaltigkeit zu fördern, indem der gesellschaftliche Zusammenhalt gesichert und die Chance auf Arbeit ermöglicht wird, um gleichzeitig für gute Arbeitsbedingungen zu sorgen. Alle drei Säulen sind daher auch für Unternehmen relevant und sollten von diesen stetig beachtet werden, um eine sogenannte unternehmerische Nachhaltigkeit umzusetzen. Zur Unterstützung dieser Umsetzung, soll hier das zweite Thema hinzugezogen werden, das sogenannte Internet of Things. Das Internet of Things gewinnt, wie auch das Thema Nachhaltigkeit, zunehmend an Bedeutung und bietet viele Vorteile zur Unterstützung nachhaltiger Unternehmen. Dabei sollen immer mehr Geräte zu intelligenten Geräten gewandelt werden um eine Integration in ein Informationsnetzwerk zu gewährleisten. Dort können gesammelte Daten sinnvoll analysiert und genutzt werden, wodurch viele Bereiche effizienter gestaltet und viele Handlungen erleichtert werden können.

Aufbauend auf diesen zwei Themengebiete werden, im weiteren Verlauf dieser Arbeit, IoT-Technologien vorgestellt, die der Unterstützung, in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales, von Unternehmen dienen. Zu den aufgezeigten Technologien werden anschließend Beispiele präsentiert und, wenn vorhanden, auch die jeweiligen Anbieter.

Da eine Nutzung von IoT-Technologien nicht nur von Vorteil ist, sondern auch Herausforderungen mit sich bringt, werden diese abschließend aufgezeigt. Diesen Herausforderungen gilt es sich seitens der Unternehmen, der Gesellschaft und auch der Politik zu stellen, um eine effiziente Nutzung zu ermöglichen.

Abstract (EN)

This thesis presents two topics which are highly relevant for today's society and economy. The first is sustainability, separated into three pillars: ecology, economics, and social affairs. Ecology addresses environmental concerns and the sustainable preservation of nature. Economics deals with a sustainable use of resources to ensure a long-term achievement of economic return. Social affairs concern social cohesion, including opportunities to work and better working conditions. All three pillars are relevant to companies and should be considered for the purpose of entrepreneurial sustainability. The second topic is internet of things which further promotes the sustainability of companies. Therefore more and more devices are connected into smart devices and become one information network. Within such a network, data can be usefully collected to make social life or business units more efficient, thus facilitating improved performance.

This thesis will therefore present examples of internet of things-technologies, and associated supplier markets, to determine how companies can support the three pillars of ecology, economics, and social affairs.

Although internet of things-technologies can provide numerous advantages, some prominent challenges may occur which are outlined in this thesis. Companies, society, and political actors must face these challenges in order to ensure a sustainable future.

Inhaltsverzeichnis

ERKLÄRUNG	2
ABSTRACT (DE)	3
ABSTRACT (EN)	4
INHALTSVERZEICHNIS	5
1 EINLEITUNG	7
1.1 MOTIVATION	7
1.2 ZIEL UND FORSCHUNGSFRAGEN	8
1.3 STRUKTUR DER ARBEIT	8
2 NACHHALTIGKEIT	10
2.1 HERKUNFT UND GESCHICHTE	10
2.2 KONZEPTE DER NACHHALTIGKEIT	12
2.2.1 UMWELTRAUMKONZEPT	12
2.2.2 INTEGRATIVE KONZEPT NACHHALTIGER ENTWICKLUNG	13
2.2.3 DREI-SÄULEN-KONZEPT	15
2.3 UNTERNEHMERISCHE NACHHALTIGKEIT	17
2.3.1 CORPORATE GOVERNANCE	18
2.3.2 CORPORATE CITIZENSHIP	18
2.3.3 CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	20
2.3.4 HERAUSFORDERUNGEN DER UNTERNEHMERISCHEN NACHHALTIGKEIT	21
3 EINFÜHRUNG IN DAS INTERNET OF THINGS	22
3.1 DEFINITION INTERNET OF THINGS	22
3.2 HERKUNFT UND GESCHICHTE	23
3.3 INDUSTRIE 4.0	25
3.4 TECHNOLOGIEN DES IOT	26
3.4.1 IOT-PLATTFORMEN	26
3.4.2 RFID	27
3.4.3 IPV6 PROTOKOLL	28
3.4.4 SENSOREN UND AKTOREN	28
3.4.5 INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSSYSTEME	30
3.4.6 SMARTPHONE BASIERTE ARCHITEKTUREN	30
3.5 BEDEUTUNG VON INTERNET OF THINGS FÜR UNTERNEHMEN	30
4 IOT-TECHNOLOGIEN ZUR UNTERSTÜTZUNG NACHHALTIGER UNTERNEHMEN	32
4.1 IOT-TECHNOLOGIEN FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH ÖKOLOGIE	32
4.1.1 INTELLIGENTES ENTSORGUNGSMANAGEMENT	32
4.1.2 VERRINGERUNG VON CO2-EMISSIONEN	34
4.1.3 FAZIT FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH ÖKONOMIE	36
4.2 IOT-TECHNOLOGIEN FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH ÖKONOMIE	36
4.2.1 WIRTSCHAFTLICHEN ERFOLG DES UNTERNEHMENS SICHERN	36
4.2.2 UNTERNEHMERISCHE VERANTWORTUNG OPTIMIEREN	46
4.2.3 FAZIT FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH ÖKONOMIE	46
4.3 IOT-TECHNOLOGIEN FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH SOZIALES	47

4.3.1	OPTIMALE ARBEITSBEDINGUNGEN	47
4.3.2	EFFIZIENTE SICHERHEITSKONZEPTE	49
4.3.3	FAZIT FÜR DEN NACHHALTIGKEITS-BEREICH SOZIALES	51
4.4	SMART BUILDING	51
5	HERAUSFORDERUNGEN DURCH DAS INTERNET OF THINGS	53
6	FAZIT	55
	REFERENZEN	56

1 Einleitung

Wie aus dem Titel zu entnehmen, widmet sich diese Arbeit zum einen dem Thema Internet of Things (IoT) und zum anderen der unternehmerischen Nachhaltigkeit. Aufgrund dessen liegt der Fokus auf der Verknüpfung dieser zwei Themen, um somit herauszufinden, welchen Einfluss das Internet of Things auf eine nachhaltige Unternehmensführung ausübt. Zusätzlich soll erarbeitet werden, wie das Internet of Things dabei hilft, die Anforderungen an Unternehmen in Bezug auf die Nachhaltigkeit zu erfüllen. Demzufolge wird zu Beginn dieses Kapitels eine Motivation gegeben (Abschnitt 1.1), bezüglich der Themen Nachhaltigkeit und Internet of Things. Anschließend wird das Ziel dieser Arbeit definiert und die daraus resultierenden Forschungsfragen vorgestellt, welche zur Erreichung des Ziels beitragen sollen (Abschnitt 1.2). Aufbauend auf den Forschungsfragen wird abschließend die Struktur der Arbeit erläutert und grafisch aufgezeigt (Abschnitt 1.3).

1.1 Motivation

Das Thema Nachhaltigkeit wird für die Gesellschaft immer präsenter und wichtiger, vor allem in Bezug auf den Klimawandel und die Verringerung essenzieller Ressourcen (J. Weber, Goretzki, & Meyer, 2012). Erstmals wurde das Konzept der nachhaltigen Entwicklung 1978 von der Brundtland Kommission, unter dem Titel „Unsere gemeinsame Zukunft“, veröffentlicht (Hauff, 1987), was wiederum als Anstoß für viele weitere Konzepte diente. Hauptsächlich lässt sich die Nachhaltigkeit in die drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales unterteilen, welche im weiteren Verlauf dieser Arbeit spezifischer erläutert werden.

Das Thema Nachhaltigkeit ist auch für Unternehmen von großer Bedeutung, da sie sich mit der Begrenztheit von Ressourcen auseinandersetzen müssen. Dies bedeutet außerdem, dass auf ihnen eine große Verantwortung lastet, Ressourcen nachhaltig zu nutzen und gleichzeitig zu schützen.

Ein anderes zunehmend an Interesse gewinnendes Thema in Unternehmen ist das Internet of Things (übersetzt „Internet der Dinge“) (Mattern & Flörkemeier, 2010). Voraussichtlich sollen bis zum Jahre 2020 über 25 Billionen Dinge über das Internet verbunden sein (Petty, 2015), indem immer mehr Prozessoren, Kommunikationsmodule und andere Elektronikkomponenten in den alltäglichen Gebrauch von sämtlichen Gegenständen eingegliedert werden, um das Leben zu erleichtern (Mattern & Flörkemeier, 2010). Zusätzlich hat das Internet of Things einen großen Einfluss auf die Wirtschaft und deshalb wandeln sich viele Unternehmen in digitale Unternehmen. Durch diese Umwandlung können neue Geschäftsmodelle ermöglicht, die Effizienz des einzelnen Unternehmens gesteigert und neue Formen bei der Erzielung von Einnahmen entwickelt werden (Petty, 2015). Aber auch im Bereich der Kommunikation bieten IoT-Lösungen für Unternehmen große Chancen zur Unterstützung der Nachhaltigkeit, was an Hand des Tagungs- und Forschungsprojektes „KOMREG – Kommunikation für eine nachhaltige Entwicklung in der Region“ herausgefunden wurde (Molitor & Nischwitz, 2002). Gleichzeitig bietet das Internet of Things im Bereich der Energieinfrastruktur und Energieeffizienz weitere Möglichkeiten für Unternehmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit (Sundmaeker & Saint-exupéry, 2010). Daher ist es sehr interessant und von großer Bedeutung, für diese Arbeit, herauszufinden, welche Möglichkeiten und Vorteile die Nutzung von IoT-Lösungen für Unternehmen in einer nachhaltigen Führung bieten. Bei den Vorteilen und Möglichkeiten die diese Lösungen darstellen, entstehen jedoch auch Herausforderungen, die in dieser Arbeit herausgearbeitet werden sollen.

1.2 Ziel und Forschungsfragen

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung, inwiefern die Technologien und Konzepte des Internet of Things Unternehmen in einer nachhaltigen Unternehmensführung unterstützen. Als Basis wird zu Beginn definiert, welche Anforderungen eine nachhaltige Unternehmensführung mit sich bringt. Darauf aufbauend werden anschließend IoT-Technologien vorgestellt, welche die zuvor erarbeiteten Anforderungen erfüllen. Dazu gehören auch die Funktionalitäten der jeweiligen Lösungen und, falls vorhanden, der dazugehörige Anbietermarkt. Zudem sollen die Herausforderungen aufgezeigt werden, die die Nutzung und Einführung solcher IoT-Lösungen mit sich bringen. Die Forschungsfragen, die sich daraus ableiten und durch diese Arbeit beantwortet werden sollen, sehen aufgrund dessen wie folgt aus:

1. Welche Anforderungen stellt eine nachhaltige Unternehmensführung, basierend auf den ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten der Nachhaltigkeit?
 - 1.1. Wie lässt sich der Begriff „Nachhaltigkeit“ definieren und von welchem geschichtlichen Hintergrund wird dieser geprägt?
 - 1.2. Wie lassen sich die Aspekte Ökonomie, Ökologie und Soziales definieren, aufbauend auf dem „Drei-Säulen-Modell“?
2. Welche IoT-Lösungen existieren, bzw. befinden sich in der Forschung, die eine nachhaltige Unternehmensführung unterstützen?
 - 2.1. Wie lässt sich der Begriff „Internet of Things“ definieren und von welchem geschichtlichen Hintergrund wird dieser geprägt?
 - 2.2. Welche Bedeutung haben das IoT und die Nachhaltigkeit für Unternehmen?
3. Welche Herausforderungen können durch die Einführung und Nutzung von IoT-Technologien im Bereich der Nachhaltigkeit entstehen?

1.3 Struktur der Arbeit

Abgeleitet aus den zuvor erwähnten Forschungsfragen, lässt sich folgende grafisch dargestellte Struktur (siehe dazu Abbildung 1) erkennen.

Im zweiten Kapitel wird zunächst der Begriff und der geschichtliche Hintergrund der Nachhaltigkeit erläutert und das daraus resultierende Drei-Säulen Modell. Beide Themen helfen dabei, zu definieren, was eine unternehmerische Nachhaltigkeit auszeichnet, um darauf aufbauend die erste Forschungsfrage beantworten zu können.

Im dritten Kapitel wird der Begriff und die Bedeutung des Internet of Things erläutert.

Kapitel vier kombiniert das zweite und dritte Kapitel und zeigt Möglichkeiten auf, wie das IoT Unternehmen dabei helfen kann, eine nachhaltige Führung zu gewährleisten. So lässt sich in diesem Kapitel schließlich die zweite Forschungsfrage beantworten.

Folglich können die Herausforderungen aufgezeigt werden, die durch den Einsatz von IoT-Technologien entstehen. Dies wiederum beantwortet die dritte und gleichzeitig letzte Forschungsfrage.

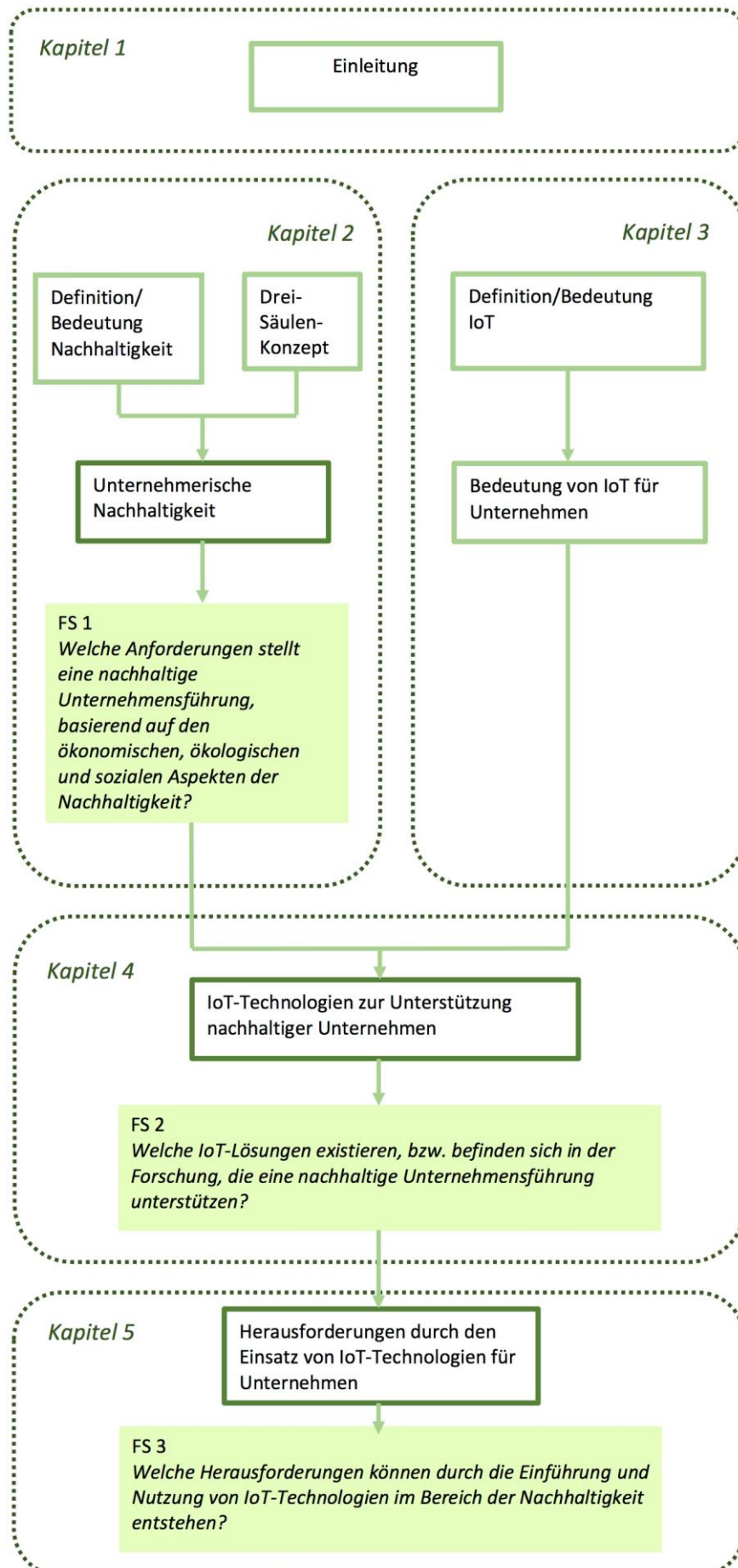


Abbildung 1: Aufbau dieser Bachelorarbeit. Quelle: Eigene Darstellung

2 Nachhaltigkeit

Eine Aktivität wird als nachhaltig bezeichnet, wenn diese auch in absehbarer Zukunft noch durchführbar ist. Dies ist allerdings nur sehr schwer umzusetzen, da die meisten menschlichen Aktivitäten nicht nachhaltig sind. Beispiele für nicht nachhaltige Aktivitäten sind die Resultate, die sich aus einer immer stärker wachsenden Erdbevölkerung ergeben oder, dass mehr Ressourcen aus der Umwelt genommen werden, als sich im Vergleich wieder neu bilden können (Townsend, Begon, & Harper, 2009). Daher ist das Konzept der Nachhaltigkeit auch ein sehr aktuelles und wichtiges Thema der Politik, denn die Lebensqualität der heutigen Generation soll auch für die zukünftige gesichert sein (Spangenberg, 2003). Zudem können heute, mit Hilfe von Technologien, Möglichkeiten geschaffen werden, gewisse Aktivitäten und Maßnahmen, die ursprünglich nicht nachhaltig waren, nachhaltig zu gestalten (Townsend et al., 2009).

Im Folgenden Abschnitt 2.1 wird daher die Bedeutung des Begriffes „Nachhaltigkeit“, aufgrund seiner Herkunft und Geschichte, erläutert. Anschließend werden in Abschnitt 2.2 Konzepte der Nachhaltigkeit vorgestellt und erklärt. Aufbauend auf diesen beiden Unterkapiteln wird abschließend auf die unternehmerische Nachhaltigkeit eingegangen und Anforderungen aufgezeigt, welche sich dadurch ergeben (2.3).

2.1 Herkunft und Geschichte

Erstmals wurde der Begriff der Nachhaltigkeit in einem Werk von Hannß Carl von Carlowitz (1645-1714), einem sächsischen Oberhauptmann, erwähnt. Dieses Werk trägt den Titel „Sylvicultura Oeconomica“ oder auch „hauswirthliche Nachricht und naturgemäße Anweisung zur wilden Bauchzucht“, welches 1713 veröffentlicht wurde.

Zu dieser Zeit galt Holz als ein wertvoller und essentieller Rohstoff, der vielseitig verwendet wurde, wie zum Bauen, als Energieträger zum Kochen und Heizen, oder auch für Produktionsprozesse im Bereich Industrie. Da viele Menschen für ihr eigenes Überleben kämpfen mussten, wurden sich keine Gedanken um nachfolgende Generationen gemacht und auch die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern war ihnen noch nicht bekannt. Daher machte es sich Hannß Carl von Carlowitz zur Aufgabe, den Adel davon zu überzeugen, welche Bedeutung die Bewirtschaftung von Wäldern für nachfolgende Generationen hat. So trat das erste Mal der Begriff Nachhaltigkeit, in dessen Zusammenhang als „nachhaltige Forstwirtschaft“, auf (Aachener Stiftung Kathy Beys, 2015a).

Im Jahre 1972 wurde ein Bericht des Club of Rome, unter dem Titel „Limits to Growth“ (= Grenzen des Wachstums), veröffentlicht, welcher mittels verschiedener computersimulierter Szenarien eine Prognose zukünftige Weiterentwicklungen erstellt. Zudem werden in dem Bericht Themen ,wie zum Beispiel die Wechselwirkung zwischen der Bevölkerungsdichte, oder Nahrungsmittelressourcen, oder Umweltzerstörungen und der Landnutzen angesprochen und diskutiert (Aachener Stiftung Kathy Beys, 2015c).

Anschließend gründeten 1983 die Vereinten Nationen die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED = World Commission on Enviroment and Development) mit Sekretariat in Genf. Aufbauend auf internationale Entwicklungsdebatten und dramatisch wachsenden Problemen in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales, setzte sich die Kommission das Ziel, einen Perspektivbericht zur langfristigen, tragfähigen und umweltschonenden Entwicklung auszuarbeiten. Einige Jahre später veröffentlichte die Kommission den Bericht

„Our Common Future“ oder auch „Unsere gemeinsame Zukunft“, welcher jedoch als sogenannter Brundtland-Bericht bekannt ist.

Der Abschlussbericht der Kommission ist deshalb von Bedeutung, da dort erstmals ein Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung ausgearbeitet wurde. Dabei wurden Probleme wie Umweltverschmutzung in Industrieländern, globale Hochnutzung, Schuldenkrise, Bevölkerungsentwicklung und Wüstenausbreitung in der Dritten Welt diskutiert und es wurde herausgefunden, dass all diese Aspekte miteinander verknüpft sind und nicht separat betrachtet und gelöst werden können. Daraus ließ sich schlussfolgern, dass Ökonomie und Ökologie zusammenzubringen sind, da sie nur in Verbindung eine nachhaltige Entwicklung gewährleisten können (Hauff, 1987). Des Weiteren lässt sich aus diesem Bericht eine Definition für nachhaltige Entwicklung entnehmen, welche international anerkannt wird, auf die in vielen UN-Dokumenten verwiesen wird und welche den nachfolgenden Verhandlungen in Rio zu Grunde lag:

„Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ (Hauff, 1987, S.46)

Am 31.12.1987 wurde die Kommission offiziell aufgelöst. Der Bericht galt jedoch als Auslöser der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992.

Dort wurde die zuvor definierte „nachhaltige Entwicklung“ als internationales Leitbild anerkannt, welches sich auf die Bereiche Staatengemeinschaft, Weltwirtschaft, Weltzivilgesellschaft und Politik bezieht. Dabei sollten nicht nur umweltpolitische Probleme diskutiert werden, sondern auch globale Entwicklungsprobleme im umweltpolitischen Zusammenhang. Außerdem war auch die Stärkung der Rolle wichtiger Gruppen, beispielsweise die der Frauen, eines der besprochenen Themen. Während der Rio-Konferenz wurden folgende fünf Dokumente verabschiedet:

- Walddeklaration: beinhaltet den Schutz und die Bewirtschaftung von Wäldern auf ökologischer Basis.
- Klimaschutz-Konvention: beinhaltet eine Verpflichtung der Staaten hinsichtlich der Reduzierung von Treibhausgasen.
- Biodiversitätskonvention: beinhaltet Schritte gegen die Abnahme biologischer Vielfalt.
- Deklaration von Rio über Umwelt und Entwicklung: beinhaltet die Festlegung von einigen entwicklungs- und umweltpolitischen Grundprinzipien.
- Agenda 21: beinhaltet ein Aktionsprogramm mit Zielen, Maßnahmen und Instrumenten zur Umsetzung des nachhaltigen Leitbildes (genauer nachzulesen beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

Davon waren die Deklaration und die Agenda 21 die wohl zentralsten und bekanntesten Dokumente. Ziel dieser Zusammenführung war es daher, die Türen für eine weltweite nachhaltige Entwicklung zu öffnen (Vereinte Nation für Umwelt und Entwicklung, 1992).

Zehn Jahre nach der Konferenz in Rio fand 2002 in Johannesburg der Weltgipfel für eine nachhaltige Entwicklung statt. Wichtige Themen die besprochen wurden waren (Vereinte Nationen, 2002):

- Beseitigung der Armut, da dies eine der Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung darstellt.

- Veränderung nicht nachhaltiger Konsumgewohnheiten und Produktionsweisen, umsetzbar durch Produktions- und Konsumpolitiken, Überwachungs- und Bewertungsmechanismen und Programmen.
- Schutz und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcenbasis der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung, Schwerpunkt liegt auf dem Schutz des Ökosystems (z.B. durch Strategien).
- Nachhaltige Entwicklung in einer sich globalisierenden Welt, unterstützt durch eine gute Regierungsführung und Weltordnungspolitik.
- Gesundheit, als auch Frieden und Sicherheit.

Der Weltgipfel endete mit einem 65-Seitigen Aktionsplan zur weiteren Verbesserung der Durchsetzung einer nachhaltigen Entwicklung und mit einer politischen Erklärung der Staats- und Regierungschefs (Vereinte Nationen, 2002).

2015 fand anschließend der Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen in New York statt. Dabei wurden 17 Ziele festgelegt, die bis 2030 zu erfüllen sind.

Hauptziele sind dabei die extreme Armut zu beenden, den Klimawandel zu stoppen und auch gegen die Ungleichheit und Ungerechtigkeit in der Welt anzukämpfen (Vereinte Nationen, 2015).

2.2 Konzepte der Nachhaltigkeit

Aufbauend auf diesem geschichtlichen Hintergrund der Nachhaltigkeit ließen sich einige Konzepte ableiten, die in den folgenden Abschnitten vorgestellt und erläutert werden. Dabei wird auf deren Entstehen, Bedeutung und Verwendung eingegangen.

2.2.1 Umweltraumkonzept

Das Umweltraumkonzept wurde 1992 von Hans Opschoor eingeführt und gilt seitdem als Basis für Studien im Bereich Nachhaltigkeit. So vertritt auch das Institut in Wuppertal für „Umwelt, Klima und Energie“ dieses Konzept, worauf basierend eine Studie mit dem Titel „Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer globalen nachhaltigen Entwicklung“ durchgeführt wurde (BUND & MISEREOR, 1996).

In diesem Konzept wird der Umweltraum als Raum definiert, den ein Mensch nutzen kann, ohne diesen nachhaltig zu schädigen und für künftige Generationen zu gefährden. Um den Umweltverbrauch zu messen und somit den Umweltraum, bzw. die maximale Belastungsgrenze, definieren zu können, sind die drei Kategorien Energie, Material und Flächenbeanspruchung einzubeziehen. Das Konzept wiederum baut auf dem globalen Gleichheitsprinzip auf, nachdem jeder Mensch das gleiche Recht auf die Inanspruchnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen hat. Vor allem der Länder der Nordhalbkugel haben dabei die Aufgabe, den Anteil am Konsum der Umwelt zu reduzieren um gleichzeitig denen der Südhalbkugel mehr Möglichkeiten hinsichtlich der Entwicklung zu gewähren (BUND & MISEREOR, 1996).

Im Zentrum dieses Konzeptes steht deshalb die Ökologie und deren Wechselbeziehung mit Wirtschaft und Gesellschaft. Diesbezüglich wird dieses Konzept auch als Ein-Säulen-Modell bezeichnet (Umweltdatenbank, 2016).

2.2.2 Integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung

Vor dem Hintergrund der nachhaltigen Entwicklung hat die Helmholtz Gemeinschaft (HFG) in drei Jahren ein Verbundvorhaben unter dem Arbeitstitel „Global zukunftsfähige Entwicklung. Perspektiven für Deutschland“ durchgeführt. Als Ziel setzte sich die HFG „Orientierungs- und Handlungswissen für die Umsetzung einer zukunftsfähigen Entwicklung in Deutschland“ zu analysieren (Jörissen, Kopfmüller, & Brandl, 1999, S.3). Das Konzept basiert auf der Operationalisierung der ökologischen, ökonomischen, sozialen und institutionellen Dimensionen. Hier wiederum werden die Dimensionen nicht abgegrenzt voneinander betrachtet, sondern in sogenannten „dimensionsübergreifenden Nachhaltigkeitszielen“. Diese Ziele sind folgende:

- *Sicherung der menschlichen Existenz*
Hauptgedanke ist, dass jetzige Generationen das Leben zukünftiger Generationen nicht zerstören dürfen. Aufgrund dessen ist es notwendig, dass unentbehrliche Funktionen der Natur aufrechterhalten werden. Auch die individuelle Existenz aller Mitglieder der Weltgesellschaft muss entsprechend der Menschenrechte dauerhaft möglich sein, basierend auf der Befriedigung der Grundbedürfnisse, welche anlehnd an Hauff (1987) definiert werden. Zu der Befriedigung der Grundbedürfnisse gehört, dass es jedem Menschen möglich sein muss, selbst für diese Erfüllung sorgen zu können.
- *Erhaltung des gesellschaftlichen Produktionspotenzials*
Darunter ist zu verstehen, dass die produktive Kapazität der Gesellschaft im allgemeinen Sinne über die Zeit erhalten bleiben soll (Solow, 1991).
- *Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten*
Dabei soll die Bedürfnisbefriedigung kommender Generationen nicht durch jetzige Aktionen gefährdet werden. Dies schließt allerdings nicht nur materielle Bedürfnisse ein, sondern vor allem auch immaterielle Bedürfnisse. Des Weiteren sollen individuelle Entfaltungsmöglichkeiten für die Zukunft gesichert und auch die Chancengleichheit, in Bezug auf den Zugang von Ressourcen sowie die Möglichkeit der Teilnahme an gesellschaftlich relevanten Entscheidungsprozessen, muss fortwährend gewährleistet werden.

Abgeleitet aus diesen Zielen ergeben sich für das Konzept sogenannte WAS-Regeln (Mindestanforderungen) und WIE-Regeln (Weg zur Erfüllung der Mindestanforderungen) (Jörissen et al., 1999). Die WIE-Regeln sehen wie folgt aus:

- „Internalisierung sozialer und ökologischer Folgekosten
- Angemessene Diskontierung
- Verbesserung der internationalen Wirtschaftsbeziehungen
- Förderung der internationalen Zusammenarbeit
- Resonanzfähigkeit von Institutionen
- Reflexivität von Institutionen
- Selbstorganisation
- Erwartungskonformität“

(Jörissen et al., 1999, S. 50)

Und die WAS-Regeln folgendermaßen:

Nachhaltigkeitsregeln		
1. Sicherung der menschlichen Existenz	2. Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotentials	3. Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft
1.1 Schutz der menschlichen Gesundheit	2.1 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	3.1 Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information
1.2 Gewährleistung der Grundversorgung (Nahrung, Bildung, ...)	2.2 Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen	3.2 Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen
1.3 Selbstständige Existenzsicherung	2.3 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	3.3 Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt
1.4 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	2.4 Vermeidung unvermeidbarer technischen Risiken	3.4 Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur
1.5 Ausgleich externer Einkommens- und Vermögensunterschiede	2.5 Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals	3.5 Erhaltung der „sozialen Ressourcen“

Tabelle 1: Nachhaltigkeitsregeln des integrativen Konzeptes nachhaltiger Entwicklung.

Quelle: (Gehrlein, 2004; Jörissen et al., 1999)

Diese Regeln sollen all jene Bedingungen präziser erläutern, welche auf globaler Ebene mindestens erfüllt sein sollten, um die zuvor genannten drei Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Abschließend lässt sich daraus die folgende Darstellung des HFG-Ansatzes unter dem Titel „Integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung“ erkennen:



Abbildung 2: Integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung. Quelle: (bionik-vitrine, 2013)

2.2.3 Drei-Säulen-Konzept

Anschließend an den zuvor erläuterten Brundtland-Bericht konzipierte die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages das sogenannte Drei-Säulen-Konzept. Da lange Zeit der Umweltaspekt im Mittelpunkt einer nachhaltigen Entwicklung stand wurden oft der soziale und ökonomische Aspekt vernachlässigt. Daher kam die Enquete-Kommission zu dem Entschluss, dass auch diese Aspekte gleichrangig zu betrachten sind und dass die drei Säulen: Ökologie, Ökonomie und Soziales miteinander in Wechselwirkung stehen. (Enquete-Kommission, 1998). Die Nachhaltigkeit sei in diesem Kontext erreicht, wenn sich die drei Säulen überschneiden (zusehen in Abbildung 3). Zusätzlich wird laut dieser Abbildung eine nachhaltige Entwicklung als Prozess betrachtet, welcher die drei Säulen zu einer solchen Überschneidung bringt.

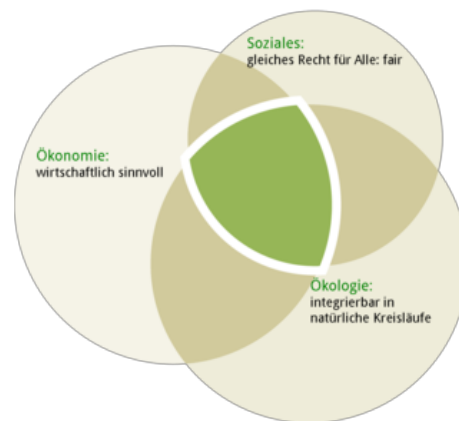


Abbildung 3: Drei-Säulen-Konzept der Nachhaltigkeit. Quelle: (bifne, 2011)

Kritik am drei-Säulen-Konzept:

Zwar werden Ziele einer Bedürfnisbefriedigung wohl sehr gut durch das drei-Säulen-Konzept erfasst und erläutern, jedoch widmet sich die Definition der WCED hauptsächlich den Grundbedürfnissen; die Soziale-Säule ist allerdings offen für jedwede Bedürfnisse (Döring & Ott, 2001). Zusätzlich beschreibt die Enquete-Kommission, dass die drei Säulen von einer dreidimensionalen Perspektive betrachtet werden sollen und nicht nur als drei nebeneinanderstehende Säulen. Doch wie eine solche Integration erfolgen soll, ist nicht genau definiert. Auch wurde nicht erarbeitet, was passieren soll, wenn nicht alle Forderungen gleichzeitig erfüllbar sind. Hierbei stellt sich die Frage, welche der Komponenten (Ökonomie, Ökologie oder Soziales) eine höhere Priorität besitzt oder ob gleichermaßen Abstriche gemacht werden müssen. Vor allem beim Eintreten von Konflikten sind dies kritische Aspekte (Jörissen et al., 1999). Als letzter nennenswerter Kritikpunkt ist anzumerken, dass die Kommission sich bei der Formulierung der Regeln, hinsichtlich ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit, auf Deutschland begrenzt. Folglich sind die Regeln auch nur anwendbar auf Länder, die vergleichbare Gegebenheiten und Voraussetzungen besitzen (Jörissen et al., 1999). Es gibt jedoch nicht nur Kritikpunkte für das drei-Säulen-Konzept, sondern auch positive Auswirkungen.

Seit der Entwicklung des drei-Säulen-Konzeptes 1992 verbreitet sich dieses immer stärker und auch im internationalen Raum ist dies ein anerkanntes Konzept. Oft wird es jedoch noch um eine vierte Säule, Politik oder Wirtschaft, erweitert. Vor allem aber ist das Konzept für Unternehmen von großer Bedeutung, da dies meist als Motivation dient, sich mit dem Thema Nachhaltigkeit zu beschäftigen. Zusätzlich werden viele positive Effekte ausgelöst, durch nachhaltiges Wirtschaften bei der Berücksichtigung der ökologischen, ökonomischen und

sozialen Bereiche, welche wiederum Kettenreaktionen auslösen die zu weiterem nachhaltigem Handeln führen (Aachener Stiftung Kathy Beys, 2015b). Auch in vielen politischen Kontexten wird das Konzept favorisiert und soll daher als Grundlage dieser Arbeit dienen. Weiterführend werden in den drei Abschnitten die drei Säulen Ökologie, Ökonomie und Soziales noch einmal präziser erläutert.

2.2.3.1 Ökologie

Die Ökologie beschäftigt sich hauptsächlich mit Umweltproblemen und wird häufig als Synonym für Umweltschutz und Umwelt verwendet. Dabei wird davon ausgegangen, dass der wohl stärkste Faktor für Umweltprobleme das Bevölkerungsproblem ist. Die zunehmende Anzahl an Menschen bedeutet einen zunehmenden Bedarf an Energie und einen weiter ansteigenden Bedarf an nichterneuerbaren Ressourcen. Das bedeutet, dass in einer Umwelt mit begrenztem Raum und begrenzten Ressourcen eine Population zwar unendlich weiter wachsen kann, dafür jedoch nicht genügend Ressourcen zur Verfügung stehen (Townsend et al., 2009).

Zusätzlich ist zu erwähnen, dass sich die ökologische Nachhaltigkeit mit dem Erhalt der Natur beschäftigt, indem eine effiziente Nutzung der Ressourcen im Vordergrund steht. Wichtiges Schlagwort in diesem Zusammenhang ist der Klimawandel. Dieser wird vor allem durch den hohen Ausstoß von CO₂ verursacht und ist somit einer der aktuellen Probleme, bzw. Themen, die in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung besonders zu betrachten sind (Ley, 2001). Seit 1990 haben sich die Treibhausgas-Emissionen zwar deutlich verringert, jedoch wurde 2014 noch eine Gesamtemission in Höhe von 902 Millionen Tonnen verzeichnet, im Jahre 2015 wiederum 908 Millionen Tonnen (Umwelt Bundesamt, 2016). Daher haben in Betrachtung auf die ökologische Nachhaltigkeit diese Werte einen großen Einfluss auf die Umwelt. Des Weiteren gehört zu einer nachhaltigen Ökologie, dass Kontrollen auf nationaler und internationaler Ebene verschärft werden müssen. Zu solchen Kontrollen gehören Regeln im Bereich Nahrung, wie beispielsweise der Fischfang oder Ackerbau. Diese sind notwendig, um gewisse Anforderungen zu erfüllen und die Natur nicht zu beschädigen (Townsend et al., 2009).

Dieses Thema ist allerdings nicht nur eine Aufgabe von Kontrollen und Organisationen, sondern auch von jeder einzelnen Privatperson. Denn wenn die Nachfrage nach ökologisch unbedenklichen Produkten größer wird, so sind Unternehmen und auch die Industrie gezwungen, diese Nachfrage zu befriedigen und ein entsprechendes Angebot auf dem Markt anzubieten (Ley, 2001).

2.2.3.2 Ökonomie

Eines der Hauptaufgaben der ökonomischen Nachhaltigkeit ist ein möglichst dauerhaftes und langfristiges Erzielen von wirtschaftlichen Erträgen zu gewährleisten, indem die natürlichen Ressourcen geschützt und gleichzeitig nachhaltig genutzt werden (Zimmermann & Pizzera, 2016). Allgemein beschäftigt sich die Ökonomie zusätzlich mit Strategien für weltweite Wettbewerbsvorteile mittels intelligenter Standortauswahl und der Erzielung von Economies of Scale. Economies of Scale sind Skaleneffekte, die beispielsweise zu einer Verringerung der Stückkosten führen, je mehr produziert werden.

Dies betrifft nicht nur den jeweiligen regionalen und lokalen Standortort, sondern auch den nationalen und globalen. Hinzu kommt eine internationale Arbeitsteilung, bzw. eine nachhaltige Außenwirtschaftstheorie, welche in diesem Zusammenhang erwähnenswert ist. Diese beschäftigt sich damit, dass beispielsweise Produkte, die in der Herstellung viel Strom benötigen, in einem Land produziert werden sollten, die ihren gesamten Stromverbrauch

kostengünstiger mit erneuerbaren Energien herstellen können (Rogall & Oebels, 2010). Eine nachhaltige Wirtschaft hat jedoch noch großes Verbesserungspotenzial, was durch Unternehmen und jeden Privatbürger umgesetzt und optimiert werden kann. In Folge dessen sollen durch eine ökonomische Nachhaltigkeit vor allem die politische und unternehmerische Verantwortung optimiert werden. Die Güter einer nachhaltigen Ökonomie sind daher schon lange nicht mehr nur privat Güter, sondern auch öffentliche Güter, meritorische Güter und demeritorische Güter (Rogall & Oebels, 2010). Meritorische Güter, auch „verdienstvolle/wertvolle Güter“ genannt, sind Güter, die Individuen unabhängig von ihrer Leistung auf den Märkten verdienen, wie zum Beispiel Schulbildung oder eine gesetzliche Altersvorsorge. Demeritorische Güter, auch „unwürdige Güter“ genannt, sind beispielsweise Drogen (Kilian, 2016).

2.2.3.3 Soziales

Die dritte Säule der Nachhaltigkeit ist die soziale Nachhaltigkeit. Soziale Ziele sind zum einen die Sicherung des gesellschaftlichen Zusammenhalts, sowie das Gewährleisten von sozialer Stabilität und individueller Freiheit (Enquete-Kommission, 1998). Daraus ergeben sich Ziele, wie persönliche Entfaltungs- und Entwicklungsmöglichkeiten, aber auch die Teilhabe an (Entscheidungs-)Prozessen in sämtlichen Bereichen der Gesellschaft und Wirtschaft. Des Weiteren gehören die Chance auf Arbeit und Bildung, eine gerechte Entlohnung und Behandlung der Mitarbeiter und gute Arbeitsbedingungen zu den Prinzipien der sozialen Nachhaltigkeit (Spangenberg, 2003). Aber auch Solidarität ist ein wichtiger Bestandteil der sozialen Nachhaltigkeit. Diese gilt als Baustein für Sozialverständnis und dient zugleich als „Voraussetzung individueller Freiheit und Entwicklung für die Mehrheit der Menschen“ (Enquete-Kommission, 1998, S.22). Die Einhaltung dieser Dimension dient zugleich auch als Schutzfunktion und hilft bei der Umsetzung von gesellschaftlichen Vorstellungen und Zielen. Probleme entstehen dabei jedoch auf Seiten des Staates, wenn dieser verschuldet ist und daher die Bürger die Verantwortung tragen müssen. Außerdem entstehen auch Probleme auf Grund von finanziellen Beiträgen, welche von Einigen gezahlt werden und wiederum von Anderen verwendet werden, um eine gewisse Sozialordnung zu erhalten. Der Teil der Gesellschaft, welcher auf die Beiträge angewiesen ist, wird nicht weniger, sondern bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen eventuell nur größer (Enquete-Kommission, 1998). Ein weiterer Punkt, der in diesem Kontext zu erwähnen ist, sind die Frauenrechte. In einer sozial-nachhaltigen Gesellschaft sollte der Anteil an Frauen in Führungspositionen erhöht werden, oder in Berufen als Manager, technischer Berater und Wissenschaftler. Dazu sollten Programme entwickelt werden, die dies fördern, beispielsweise in Bezug auf einen Abbau einer hohen Arbeitsbelastung mit Hilfe von Kindertagesstätten. Zugleich sollten für solche Programme auch dementsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, die dessen Einhaltung prüfen (Vereinte Nation für Umwelt und Entwicklung, 1992).

Weiterhin ist zu sagen, dass die soziale Dimension der Nachhaltigkeit unter großem Druck steht, da auf Grund von sich ständig ändernden Rahmenbedingung, immer mehr neue Herausforderungen entstehen. Die Gesellschaft befindet sich in einem stetigen Wandel, begleitet von wirtschaftlichen und strukturellen Veränderungen, so steht auch die Definition der sozialen Nachhaltigkeit in einem stetigen Wandel (Enquete-Kommission, 1998).

2.3 Unternehmerische Nachhaltigkeit

„Nachhaltige Entwicklung ist ohne den Beitrag von Unternehmen nicht möglich.“ (Kurz & Wild, 2015, S.323)

Im Gegensatz zu Einzelpersonen haben Unternehmen, aufgrund ihrer Größe und ihrer Marktmacht, einen größeren Einfluss auf die Umwelt und somit begleitet sie zugleich eine große Verantwortung diese zu schützen. Daher wird es immer wichtiger, dass sich Unternehmen an einer nachhaltigen Entwicklung beteiligen, da ohne sie, wie in der eben genannten Definition, eine solche Entwicklung nicht möglich wäre. Mit der wachsenden Bedeutung dieses Themas gibt es bereits viele Unternehmen, die eine nachhaltige Führung sehr ernst nehmen und sich den zusätzlichen Herausforderungen stellen (Kurz & Wild, 2015).

In den folgenden Abschnitten werden wichtige Begriffe bezüglich einer nachhaltigen Unternehmensführung erläutert, um abschließend eine tabellarische Aufzählung der Anforderungen darzustellen, basierend auf den ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten der Nachhaltigkeit, um die Themen aus diesem Kapitel zusammenzufassen.

2.3.1 Corporate Governance

In Deutschland versteht man unter dem Begriff Corporate Governance (CG) die Grundsätze der Unternehmensführung, welche sich mit dem rechtlichen und faktischen Ordnungsrahmen für die Leitung und Überwachung eines Unternehmens befasst. Im Vordergrund stehen dabei besonders das unternehmerische Leitbild und die Grundsätze der Unternehmensführung. Das bedeutet, dass hauptsächlich die Funktionsweise der Leitungsorgane und ihre Zusammenarbeit betroffen sind. Hauptziel von CG ist die Reduktion von Risiken indem durch Anreiz- und Kontrollstrukturen ein Fehlverhalten des Managements vermieden werden soll (Baums, 2001).

Um eine nachhaltige Unternehmensführung zu gewährleisten, bzw. zu unterstützen, wurde 2000 eine Regierungskommission „Corporate Governance – Unternehmensführung – Unternehmenskontrolle – Modernisierung des Aktienrechts“ gegründet. Im Jahre 2001 wurde anschließend der sogenannte „Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex“ (DCGK) entwickelt (Wiedermann, 2009). Der DCGK enthält internationale und nationale Standards und stellt somit gesetzliche Vorschriften zur Überwachung und Leitung deutscher Unternehmen. Die Standards des DCGK bestehen aus Empfehlungen, kennzeichnet in der Formulierung durch „soll“, und Anregungen, kennzeichnet durch „sollte“. All jene Empfehlungen und Anregungen sind zwar nicht zwingend umzusetzen, Abweichungen der Empfehlungen müssen allerdings begründet werden (Hexel, 2012). Ziel des Kodexes ist zum einen, durch eine transparente und nachvollziehbare Darlegung des Systems das Vertrauen von Kunden, Mitarbeitern und der Öffentlichkeit zu gewinnen. Zum anderen soll der Kodex dazu dienen, Unternehmen in einer nachhaltigen Führung auf Managementebene zu unterstützen. Um eine Aktualität des Kodexes zu gewährleisten, wird dieser jährlich von der Regierungskommission geprüft (Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex, 2016).

2.3.2 Corporate Citizenship

Corporate Citizenship (CC) bezeichnet das bürgerschaftliche oder gesellschaftliche Engagement von Unternehmen. Dabei widmet sich das Unternehmen hauptsächlich dem freiwilligen Engagement, bzw. öffentlichen Institutionen, beispielsweise in Form von Sponsoring oder Spenden und Stiftungen in den Bereichen Soziales, Kultur, Sport und Bildung (Bassen, Jastram, & Meyer, 2005).

CC hat sich in Deutschland bereits als fester Bestandteil der Unternehmenskultur fundiert, wobei immer mehr Unternehmen gesellschaftliche Verantwortung übernehmen. Zu den zuvor genannten Bereichen kommen noch weitere hinzu, wie zum Beispiel das Einsetzen von

Unternehmen für Arbeit, Beschäftigung, Ausbildung, für gesundheitliche Belange, internationale Projekte oder auch für den Umweltschutz (BMW, 2010a). Laut einer Studie des IfM Bonn (Institut für Mittelstandsforschung) wurde zudem bekannt, dass sich über 80 Prozent der befragten mittelständischen Unternehmen aktiv mit dem bürgerschaftlichen Engagement befassen (Maaß, 2005), was die Relevanz von CC nur verstärkt.

Die Wichtigkeit von CC für Unternehmen lässt sich laut dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie wie folgt begründen (BMW, 2010c):

- „Durch den Einsatz von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Corporate Citizenship-Projekten können deren Kommunikations- und Teamfähigkeit, Zielorientierung, Eigenaktivität, Kreativität sowie Sozial- und Führungskompetenz verbessert werden.
- Gleichzeitig kann sich dadurch die Mitarbeiterzufriedenheit und Einbindung sowie die Identifikation mit dem Unternehmen erhöhen und die Personalfuktuation sinken.
- Ein Engagement im Bereich von Bildung und Qualifizierung kann dazu führen, dass ein Unternehmen jenseits bewährter Instrumente neue Zugänge zu Nachwuchskräften und Auszubildenden erhält.
- In der Unternehmenskommunikation und im Marketing kann durch Corporate Citizenship-Projekte eine Differenzierung am Markt erzielt, das Image verbessert und der Bekanntheitsgrad erhöht werden.
- Corporate Citizenship ist auch eine Chance, sich mit gesellschaftlichen Entwicklungen auseinander zu setzen, Trends zu erkennen und zusätzliche Einblicke in Märkte und in das Verhalten von Konsumentinnen und Konsumenten zu erhalten.
- Eine Verbindung und Integration sozialer Zwecke in das Marketing hilft womöglich auch dabei, eine Beziehung zu neuen Kundengruppen aufzubauen, die Kundenbindung zu stärken und dadurch den Absatz zu erhöhen.
- Gerade mittelständische Unternehmen sind sich bewusst, dass sie auf einen funktionierenden Standort angewiesen sind. Nur in einem intakten Umfeld lassen sich gute Geschäfte mit Kunden und Zulieferern machen oder qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter finden.“ (BMW, 2010c)

Zudem gibt es mehrere Möglichkeiten für Unternehmen sich am bürgerlichen Engagement zu beteiligen. Eine der Möglichkeiten besteht im Bereich Produkte, Dienstleistungen und Logistik. Hier überlässt das Unternehmen zum Beispiel Produkte, Dienstleistungen oder Beratung kostenlos oder kostengünstig gemeinnützigen Organisationen. Auch das Anbieten von Praktikums- und Ausbildungsstellen gehören zu diesem Bereich dazu.

Eine weitere Option wäre gemeinnützigen Organisation die Möglichkeit zu bieten, sich durch die Kontakte des Unternehmens einen Vorteil zu verschaffen. Des Weiteren können Unternehmen Mitarbeiter in gemeinnützigen Feldern einsetzen und anstelle von Betriebsausflügen können sie sich an sozialen Projekten beteiligen (z.B. Partnerschaften) (BMW, 2010d).

Die Umsetzung von CC ähnelt dabei einem Projekt und erfolgt meistens in drei Abschnitten. Zuerst sollte das Engagement erprobt werden, indem verschiedene Projekte auf den unternehmerischen Nutzen abzielen. Dabei variiert das Budget und sollte in regelmäßigen Abständen überprüft und eventuell neu entschieden werden. Der nächste Schritt besteht in einem langfristigen Projekt in Zusammenarbeit mit einer gemeinnützigen Organisation. Vorteil hier ist eine höhere Effizienz und eine stärkere Orientierung am Nutzen des Unternehmens durch eine kontinuierliche Kooperation. Letzter und dritter Schritt beinhaltet eine Corporate Citizenship-Strategie. Diese erfordert allerdings eine lange Vorarbeit und einen größeren Ressourceneinsatz wodurch allerdings langfristig ein Nutzen für das Unternehmen

geschaffen wird (BMWi, 2010b). All jene zuvor genannten Aktivitäten sind nicht für Unternehmen von Nutzen, sondern fördern zugleich die soziale Nachhaltigkeit.

2.3.3 Corporate Social Responsibility

Unter den Begriff Corporate Social Responsibility (CSR) fällt die Wahrnehmung sozialer- und gesellschaftlicher Verantwortung von Unternehmen, die darauf abzielen, langfristig eine nachhaltige Unternehmensführung zu gewährleisten, indem die drei Aspekte der Nachhaltigkeit beachtet werden (Zimmer, 2006). Konzerne und Unternehmen verfolgen daher das Ziel, ihren Konsumenten Sicherheit und Vertrauen zu verschaffen, nehmen den öffentlichen Druck sehr ernst und setzen sich verantwortungsvoll mit dem Thema auseinander. Die Ansprüche, bzw. das Verständnis von CSR, ändern sich dabei ständig und auch zukünftig fortwährend, da sich stetig die individuelle Sichtweise, abhängig von der Zeit, ändert (Churchill, 1974). Zudem ist zu beachten, dass CSR auf der freiwilligen Selbstverpflichtung von Unternehmen beruht und sich daher nicht auf einzelne, sondern mehrere Unternehmensabteilungen mit Schwerpunkt auf die Art der Führung bezieht. Welche Bereiche stärker, und welche schwächer im Mittelpunkt des Unternehmens stehen, ist abhängig vom jeweiligen Interesse und Markt. Sozial- und Umweltbewusstsein gelten dabei in vielen Unternehmen als Kerninteresse (Bassen et al., 2005).

Zudem hat auch die Globalisierung einen großen Einfluss auf das CSR denn dadurch verlagern immer mehr Unternehmen ihre Produktion in Entwicklungs- und Schwellenländer mit einem geringeren Lohnniveau und niedrigeren Menschenrechtsstandards. Das hat zur Folge, dass die Problematik von sozialen Missständen in der Zulieferkette des Handels stetig ansteigt. Hierzu gehören beispielsweise Kinderarbeit, ungerechte Bedingungen im Handel mit Rohstoffen, menschenunwürdige Arbeitsbedingungen und viele mehr. Grund der sozialen Missstände liegen vor allem in der Regierung der Produktionsländer und in der Ignoranz der Unternehmen, gegenüber der zuvor genannten Missstände (Zimmer, 2006).

Welche Maßnahmen wenden Unternehmen im Bereich CSR an?

Nachhaltigkeit gewinnt immer mehr an Zustimmung und wird von politischer, wie auch von gesellschaftlicher Seite verstärkt eingefordert und somit wird ein nachhaltiges Agieren seitens der Unternehmen immer wichtiger. Dennoch ist nur schwer zu sagen, wie ernst die jeweiligen Absichten sind, vor allem da die Maßnahmen von Konsumenten und auch Unternehmen unterschiedlich interpretiert werden. Dass aber Umwelt- und Sozialmaßnahmen sehr nützlich für den Gewinn des Unternehmens sind, ist bereits bekannt und dienen oft dem Zweck, das Image aufzuwerten, ohne dabei wirklich nachhaltig zu handeln (Zimmermann & Pizzera, 2016). Ein neuer Begriff, der dadurch in Umlauf gebracht wurde, ist das sogenannte Green Washing. Dabei versucht ein Unternehmen, beispielsweise mit möglichst vielen Projekten, sich verantwortungsbewusst gegenüber Umwelt, Mitarbeitern, Kunden und Gesellschaft zu präsentieren; insbesondere indem möglichst viel und übertrieben darüber publiziert wird. Aber auch geschönte oder nicht nachvollziehbare Daten und fehlende Belege sind Teil des Green Washings. Ziel ist dabei, das Unternehmen in gewissen Rankings gut zu positionieren und den Aktienkurs durch das Nachhaltigkeits-Image nach oben zu treiben. Hier werden allerdings nur Einzelmaßnahmen betrieben, die sich in der Öffentlichkeit gut verkaufen lassen (Rickens, 2010). Eines der bekanntesten Vorfälle zu diesem Thema ist die Ölkatastrophe durch die Explosion der Ölplattform „Deepwater Horizon“ (Schwenner, 2015). Ab dem Jahre 1995 hatte das Unternehmen BP ein grünes Image erarbeitet, indem beispielsweise Solarzellen angebracht wurden, das Firmenlogo wurde neu erstellt, besondere Einhaltung der Sicherheit der Mitarbeiter und vieles mehr. Klar war jedoch, dass sich das Unternehmen mehr auf die

Öffentlichkeit konzentrierte, als auf ein wirklich nachhaltiges Konzept, daher lässt sich erahnen, dass das Ölunlück durch Sicherheits- und Organisationsdefizite verursacht wurde (Rickens, 2010).

2.3.4 Herausforderungen der unternehmerischen Nachhaltigkeit

Wie zuvor erwähnt sollen nun in der folgenden Tabelle Anforderungen aufgelistet werden, welche durch eine nachhaltige Unternehmensführung entstehen. Abgeleitet werden diese aus dem Drei-Säulen-Modell und den Erläuterungen von CG, CC und CSR.

Ökologie	Ökonomie	Soziales
Bekämpfung von Umweltproblemen und Erhalt der Natur (Townsend et al., 2009)	Dauerhaftes und langfristiges Erzielen von wirtschaftlichen Erträgen, durch nachhaltige Nutzung der Ressourcen (Zimmermann & Pizzera, 2016)	Gute Arbeitsbedingen gewährleisten (Spangenberg, 2003)
Verringerung von CO2-Emissionen (Ley, 2001)	Reduktion von Risiken indem durch Anreiz- und Kontrollstrukturen ein Fehlverhalten des Managements vermieden wird (Baums, 2001)	Intelligente Sicherheitskonzepte (Spangenberg, 2003)
Kontrollen auf nationaler und internationaler Ebene verschärfen (Townsend et al., 2009)	Nachhaltige Außenwirtschaftstheorie (Rogall & Oebels, 2010) → Produktion in Ländern die kostengünstiger mit erneuerbaren Energien produzieren können	Chance auf Arbeit und Bildung (Spangenberg, 2003) → Frauenquote beachten (Vereinte Nation für Umwelt und Entwicklung, 1992)
	Politische- und unternehmerische Verantwortung optimieren (Rogall & Oebels, 2010)	Gerechte Entlohnung der Mitarbeiter (Spangenberg, 2003)
	Weltweite Wettbewerbsvorteile durch Strategien sichern (Economies of Scale) (Zimmermann & Pizzera, 2016)	Bürgerliches und gesellschaftliches Engagement (Bassen et al., 2005)
	Corporate Governance Kodex (Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex, 2016)	Gerechte Behandlung der Mitarbeiter (Spangenberg, 2003)

Tabelle 2: Herausforderungen/Anforderungen der unternehmerischen Nachhaltigkeit. Quelle: Eigene Darstellung

dessen Status und sämtliche zusammenhängende Informationen abfragen, unter Einbeziehung von Sicherheits- und Datenschutzproblemen“.

“An open and comprehensive network of intelligent objects that have the capacity to auto-organize, share information, data and resources, reacting and acting in face of situations and changes in the environment”

(Madakam et al., 2015)

Übersetzt bedeutet diese Definition, dass das Internet of Things „ein offenes und umfassendes Netzwerk ist, bestehend aus intelligenten Objekten die in der Lage sind, sich automatisch zu organisieren, Informationen Daten und Ressourcen zu teilen und es reagiert und agiert angesichts von Situationen und Veränderungen bezüglich der Umgebung“.

Beide Definitionen lassen sich inhaltlich noch erweitern, denn das Internet of Things bietet weitere Vorteile und neue Möglichkeiten in den Bereichen Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft und auch im privaten Bereich (Russo, Marsigalia, Evangelista, Palmaccio, & Maggioni, 2015). Als Beispiel für die zuvor erwähnten intelligenten Objekte sind Fahrzeuge, medizinische Geräte, Kameras, Uhren, Telefone, und viele mehr, die mit Hilfe von Intelligenz zu smarten Objekten werden. Während diese Geräte Daten sammeln, entwickeln sie zugleich eine Art eigene Intelligenz. Dabei werden alle wichtigen und relevanten Informationen gefiltert um diese anschließend mit weiteren Daten zu kombinieren. Somit werden große Datenmengen in intelligente Erkenntnisse transformiert (Huber & Kaiser, 2015). Dadurch verändern sich vor allem viele Verbrauchergewohnheiten für den privaten Bürger und die Art, wie Unternehmen zukünftig Geschäfte machen können (Kagermann & Leukert, 2015). Dass das Interesse an solchen intelligenten Geräten immer größer wird, liegt zum Teil auch daran, dass die Preise für Sensoren stark gefallen sind. Aber auch durch die neu geschaffenen Möglichkeiten mit Hilfe des IPv6 Protokolls (Abschnitt 3.4.3) oder die Fähigkeit, dass diese Geräte große Datenmengen in Echtzeit analysieren, verschaffen IoT-Geräten großes Interesse (Huber & Kaiser, 2015).

Ein wichtiger Hauptbestandteil des IoT sind technologische Entwicklungen, die eine Umsetzung überhaupt erst ermöglichen. Beispiel für eine solche Entwicklung ist die Cloud, welche einen grenzenlosen Speicher für Daten bietet (Ganz, 2016) oder auch RFID (Radio Frequency Identification) –Technologien (Abschnitt 3.4.2). Zudem sind auch die Rechenleistungen und jeweiligen Algorithmen wichtige technologische Entwicklungen, denn dadurch können in Sekundenschnelle hochkomplexe Prozesse berechnet werden. Und dies mit höherer Effizienz bei geringerem Ressourcenverbrauch (Ganz, 2016). Durch das Internet of Things stehen außerdem jederzeit und überall Informationen in Echtzeit zur Verfügung, wodurch ein größeres Angebot an Dienstleistungen für Kunden ermöglicht wird (Ganz, 2016). Solche Informationen beinhalten die genaue Identität, den genauen Standort und Status von jedem einzelnen Gegenstand und auch von Personen und können jederzeit von überall aus abgerufen werden (Watson, 2014). Diese Möglichkeiten bringen zwar gewisse Chancen und Risiken mit sich, auf die in präziser in Kapitel 5 eingegangen wird, jedoch können dadurch auch Kosten gespart, Prozesse optimiert, Ausfallzeiten reduziert und Fehler früher erkannt werden (Sailer, 2014).

3.2 Herkunft und Geschichte

Im Folgenden wird, ausgehend vom geschichtlichen Hintergrund des Internets allgemein, historisch die Herkunft und die Geschichte des Internet of Things beschrieben.

Am 07. Januar 1958 wurde vom damaligen Präsidenten der USA, Dwight D. Eisenhower, die ARPA (Advanced Research Projects Agency) gegründet. Unbewusst wurde dies als Basis für die Entwicklung des heutigen Internets (Großmann & Hölting, 1998).

Da nun der Grundstein für das Internet gelegt wurde, beschrieb Joseph Carl Robnett (abgekürzt J.C.R.) Licklider Anfang der 1960er in seinem Artikel „Man-Computer-Symbiosis“ das Konzept einer simplen Interaktion zwischen Mensch und Computer. Dies galt als ein weiterer Meilenstein in der Geschichte des Internets, da durch diesen Artikel bewusst wurde, dass eine Kooperation zwischen Mensch und Computer dazu führt, dass Entscheidungen einfach zu treffen sind und komplexe Situationen verständlicher werden (Licklider, 1960).

Im August 1963 beschrieb Licklider anschließend in einer Reihe von Memos ein globales Computer Netzwerk, auch bekannt als „Galactic Network“. Dieses Netzwerk enthält viele Ideen, welche das heutige Internet prägen und kennzeichnen. Ziel war es, mit Hilfe eines Netzwerkes jeden auf dem Globus miteinander zu verbinden, unabhängig von dessen Standort. Somit werden Computer nicht mehr nur als Rechenmaschinen gesehen, sondern viel mehr als Kommunikationsgeräte (Licklider, 1963).

Da ein Computer von da an als Kommunikationsgerät angesehen wurde, erlangte auch die Sicherheit von Kommunikationsnetzen ein gewisses Interesse. Daher führte 1964 Paul Baran (tätig bei der RAND Corporation) eine Studie über die Ausfallsicherheit von Kommunikationsnetzen im Falle eines Atomraketenangriffes durch (Baran, 1964). Zur gleichen Zeit arbeitete jedoch ein Physiker aus Großbritannien, Donald Watts Davies, am selben Prinzip. Allerdings erhielt Davies, im Gegensatz zu Baran, Unterstützung von öffentlichen Stellen und von Telefongesellschaften. Auf Grund von beiden Studien fand 1964 schließlich ein telekommunikationstechnischer Paradigmenwechsel von leitungsorientierten Konzepten hin zu paketvermittelten Konzepten statt (Friedewald & Kimpeler, 2002).

Aufbauend auf das paketvermittelte Konzept erhielt 1968 das Stanford Research Institute (SRI) den Auftrag, eine Spezifikation für ein solches Netz zu formulieren. Für die Entwicklung dieser Paketvermittlungstechnologie, oder auch bekannt als Interface Message Processors (IMPs), bekam die Firma BBN (Bolt, Beranek und Newman) den Zuschlag. So wurde das sogenannte „ARPANET“ (Advanced Research Projects Agency Network) entwickelt, welches als Vorläufer des heutigen Internets gilt. Für das Design des ARPANETs war Robert E. Kahn vom MIT (Massachusetts Institute of Technology) verantwortlich. Die entwickelten IMPs hatten die Aufgabe, die niedrigste Verbindungsschicht herzustellen, die über Telefonleitungen zwischen vernetzten Rechnern bestand (evonet, 2016).

1972 arbeitete Robert Kahn an einer neuen Version des Network Control Protocols (NCP), welche die Anforderungen an ein „open-architecture“ Netzwerk erfüllt, das sogenannte Transmission Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). Die Umsetzung eines solchen Kommunikationsprotokolls bedarf allerdings Unterstützung, die er 1973 von Vint Cerf von Stanford bekam. Zusammen entwickelten sie das heute bekannte TCP, wodurch Rechner in unterschiedlichsten Netzen miteinander kommunizieren konnten. Anschließend erklärte die ARPA das TCP zusammen mit dem seit 1978 eigenständigen IP zum Standard von ARPANET (Leiner et al., 2009).

Parallel zu Cerf und Kahn entwickelte im Mai 1973 Robert Metcalfe am Xerox PARC die Ethernet-Technologie. Dieses Ethernet erreichte durch den hohen Signaltakt des Xerox Alto eine Übertragungsrate von 2,94 Mbps, welche damals als sensationell angesehen wurde (Leiner et al., 2009).

1989 schrieb Tim Berners-Lee einen Aufsatz, mit dem Titel „Information Management: A Proposal“, mit Lösungen für alltägliche Probleme, die ihm am Kernforschungszentrum in Cern begegneten (Berners-Lee, 1989). In diesem Aufsatz entwickelte er ein System, welches auf simple Art und Weise Wissen archivierte und leicht auffindbar machte. In den folgenden Jahren arbeitete er an der Umsetzung dieses Systems, bekannt als „World Wide Web“ und entwickelte zugleich HTML (Hypertext Markup Language). Das WWW war und ist eine offene Infrastruktur, die von jedem kostenlos genutzt und erweitert werden kann (Lischka, 2009).

1999 hielt Kevin Ashton, Mitgründer und Geschäftsführer des Auto-ID Centers, eine Präsentation bei Procter und Gamble (P&G). Dort fiel dann zum ersten Mal der Begriff „Internet of Things“. In dieser Präsentation ging es um die Einführung des RFID-Chips in das Unternehmen P&G und die Abhängigkeit zwischen Computern und Menschen bezüglich der Eingabe von Daten. Gemeinsam mit anderen Forschern und Experten gründete Ashton das AutoID Lab am MIT. Dieses setzte vor allem Schwerpunkt in der Entwicklung des RFID Chips und in der Bekanntmachung des Begriffes „Internet of Things“ durch Forschungsarbeiten. Dies machte sich bezahlt, denn das Konzept des IoT wurde von vielen Forschern und auch von der Industrie aufgegriffen und auf Alltagsgegenstände und verschiedene Szenarien angewandt (Ashton, 2009). So wurde zum Beispiel 2000 der erste internetverbundene Kühlschrank von LG vorgestellt, der Nachricht erstattete, welche Lebensmittel sich im Kühlschrank befanden. Laut Ashton ist das Ziel des IoT „vorhandene Ressourcen möglichst effektiv einzusetzen, dadurch Kosten zu sparen und die Lebenswelt durch Technik zu bereichern. Dies gilt sowohl für den privaten als auch industriellen Bereich“ (Ashton, 2009).

Seit dem Jahre 1997 hat sich die Anzahl der Internetnutzer weltweit von 121 Millionen auf 3,19 Milliarden im Jahr 2015 erhöht (Statista, 2016). Diese große Anzahl an Nutzern in der Gesellschaft impliziert die Relevanz des Internets und dient somit zugleich der Förderung und Akzeptanz von IoT-Technologien. Dadurch fällt es immer mehr Menschen leicht, solche Technologien und deren Vorteile zu verstehen und so wächst auch das Interesse, diese zu nutzen.

Wie zuvor erwähnt ist das IoT nicht nur für Alltagsgegenstände von großer Bedeutung, sondern auch für die Industrie. Somit fällt 2006 erstmals der Begriff „Industrie 4. 0“.

3.3 Industrie 4.0

„Das Internet der Dinge wird unseren Industriestandort grundlegend verändern. Vernetzte Assistenzsysteme unterstützen die Belegschaften in ihrem Arbeitsalltag. Sie ermöglichen neue Geschäftsmodelle und erhöhen die Arbeitsqualität. Sie stellen aber auch neue Anforderungen an die Arbeitsorganisation und die rechtlichen Rahmenbedingungen.“

(Kagermann, 2016)

Durch den Begriff Industrie 4.0 wird die vierte industrielle Revolution zum Ausdruck gebracht. Zurückzuführen ist dieser auf den ersten nationalen IT-Gipfel der deutschen Bundesregierung im Jahr 2006 am Hasso-Plattner-Institut (HPI) in Potsdam (Hasso-Plattner-Institute, 2006).

Die erste industrielle Revolution wurde geprägt durch die Erfindung von mechanischen Produktionsanlagen mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft, gefolgt von der zweiten Revolution durch die Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion unter Zuhilfenahme von elektrischer Energie (Beispiel: erstes Fließband). Die dritte Revolution wurde eingeläutet durch den Einsatz von Elektronik und IT zur weiteren Automatisierung der Produktion und die vierte, bzw. Industrie 4.0, auf Basis von sogenannten „Cyber-Physikalischen Systemen“ (CPS) (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013). CPS haben die Aufgabe, die reale Welt mit der virtuellen Welt weltweit zu verknüpfen. Das hat den Vorteil, dass beispielsweise Maschinen, Lagersystem oder auch Betriebsmittel eigenständig Informationen austauschen können und abhängig davon, gewisse Aktionen auslösen. Dies spart nicht nur Zeit, sondern bringt auch Verbesserungen in den Bereichen Effizienz und Produktqualität mit sich, reduziert den Energieverbrauch, schafft eine höhere Attraktivität für Mitarbeiter, erhöht die Kundenbindung durch kundenindividuelle Produkte und Dienstleistungen und CPS helfen zusätzlich dabei, Geschäftsprozesse zu optimieren (Huber & Kaiser, 2015). Des Weiteren lassen sich neue optimierte Produktionsprozesse ableiten, indem intelligente Produkte mit der Maschine kommunizieren und somit sämtliche relevanten Daten autonom weitergeben können (Huber & Kaiser, 2015).

Der Begriff Industrie 4.0 wird geprägt durch Prof. Dr. Henning Kagermann, Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (abgekürzt: acatech). Er entwickelte zusammen mit Prof. Dr. Wolfgang Wahlster und Dr. Johannes Helbig für die deutsche Bundesregierung einen Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 unter dem Titel „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, indem die Auswirkungen des IoT auf die Produktion erläutert werden (Kagermann et al., 2013). Die Regierung verfolgte das Ziel, die Qualität und Wettbewerbsfähigkeit des Informationstechnologie-Standortes Deutschland international auszubreiten und stetig zu verbessern (Hasso-Plattner-Institute, 2006). Deutschland hat seit langer Zeit eine ausgezeichnete Wettbewerbsposition durch die deutsche Industrie und diese soll auch weiterhin unter der Verwendung von IoT-Konzepten bestehen.

3.4 Technologien des IoT

In den folgenden Abschnitten werden einige Systeme und Technologien aus dem IoT genannt, die hauptsächlich als Grundlage für die später erläuterten Lösungen dienen (Kapitel 4). Dabei wird die technische Ebene nicht zu detailliert beschrieben, da dies ein gewisses technisches Verständnis erfordert, welches für diese Arbeit nicht weiter notwendig ist.

3.4.1 IoT-Plattformen

Weitere Komponente zur Umsetzung und Implementierung des IoT stellen spezielle IoT-Plattformen dar. Denn diese sollen die verschiedenen IoT-Geräte untereinander verknüpfen und gleichzeitig eine benutzerfreundliche Oberfläche für die Nutzer zur Verfügung stellen, sodass ein gezielter Einsatz dieser Geräte möglich wird (Kurzlechner, 2015). Laut einer Forrester-Studie sollten solche IoT-Plattformen fünf Merkmale aufweisen (Pelino & Gillett, 2015):

- Es muss eine gewisse Verbindung geschaffen werden, um die Steuerung von IoT-Geräten über das Internet zu ermöglichen.
- Es müssen gewisse Sicherheitsvorkehrungen entwickelt werden, um Daten, Software, Identität und den Betrieb zu schützen.
- Es müssen regelmäßige Kontrollen durchgeführt werden, um die Beschaffung, Wartung und den Betrieb der IoT-Geräte managen.

- Es muss möglich sein, gemessenen und erfasste Daten in verwendbare Informationen zu transformieren um relevante Handlungen daraus ablesen zu können.
- Es müssen eine Applikation und Datenintegrationsplattform für das IoT entwickelt werden.

Der Erfüllung dieser Anforderungen haben sich beispielsweise die Unternehmen IBM, Microsoft und SAP gewidmet (Kurzlechner, 2015). Weiterhin beschäftigt sich Google mit der Entwicklung einer IoT-Plattform, über die IoT-Geräte einfacher miteinander zu verknüpfen sind. Dazu haben sich Google und Android Things zusammen getan um das bisherige IoT-Betriebssystem Brillo mit Werkzeugen von Android zu kombinieren (IDG Business Media GmbH, 2016a).

Probleme die jedoch durch solche IoT-Plattformen entstehen, sind, dass viele Anbieter unterschiedliche Lösungsansätze für die zuvor genannten Anforderungen entwickeln. Dadurch sind nicht alle IoT-Geräte miteinander kombinierbar und es entstehen viele Herausforderung bezüglich der Konnektivität der Geräte und Technologien (Gartner, 2015).

3.4.2 RFID

Wie im vorherigen Abschnitt erwähnt, zählen RFID (Radio-Frequency Identification) – Technologien als Schlüsselkomponente für die Umsetzung von IoT-Lösungen und sind anwendbar für Lösungen im alltäglichen Gebrauch, als auch für welche in der Industrie (Grosinger & Bösch, 2016). Die Technologie selbst besteht dabei aus zwei Hauptkomponenten, zum einem aus dem Transponder (einem mobilen Datenträger auch als „Tag“ bezeichnet) und zum anderen aus dem Lesegerät (dient der Datenauslesungen). Der RFID-Tag wiederum besteht aus einer Antenne, welche mit Hilfe eines Substrates befestigt wird, und einem Mikrochip, mit einem Schaltkreis, und lässt sich zusätzlich bezüglich der Energieversorgung unterscheiden: Passive RFID-Tags verfügen über keine eigene Energiequelle und werden über das (elektro-) magnetische Feld des Lesegerätes mit Energie versorgt, wohingegen aktive Tags eine eigene Energiequelle besitzen und somit weitere Funktionalitäten aufweisen, wie zum Beispiel integrierte Sensoren. Als dritte Unterscheidung gibt es abschließend noch die Semi-passiven-Tags, welche als Energiequelle eine Batterie besitzen, die jedoch nur bei Aktivierung durch das Lesegerät genutzt wird. Für den Einsatz von Konsumgüter werden auf Grund der niedrigeren Kosten hauptsächlich passive Tags verwendet, teilweise auch semi-passive, und aktive werden kaum genutzt da diese sehr teuer sind und einen hohen Wartungsbedarf mit begrenzter Lebensdauer der Batterie aufweisen (Erdmann & Hilty, 2009).

Hauptziel von RFID-Technologien ist die elektronische Identifizierung von Objekten, Personen oder auch Tieren und deren Ortung (Erdmann & Hilty, 2009). Weiterhin sind sie durch ihre „hohe Datendichte, eine gewisse Unempfindlichkeit gegenüber Nässe und Schmutz, eine hohe Lesegeschwindigkeit und ihre berührungsfreie Datenabfrage über eine große Distanz“ gekennzeichnet (Erdmann & Hilty, 2009, S.20). Des Weiteren ist es möglich, durch diese Technologie Zustandsveränderungen der zuvor genannten Objekte festzustellen, wie beispielsweise Verbrauchsdaten von Lebensmitteln (Sury, 2004). Durch die jederzeit verfügbare Ortung und Zustandsprüfung von Objekten bieten RFIDs auch im Bereich Diebstahlvermeidung große Vorteile, denn so ist es möglich, gestohlene Objekte schnell wiederzufinden. Auch hinsichtlich der Geldfälschung würden RFID-Chips in Banknoten eine Fälschung stark erschweren (Sury, 2004). Die Anwendungsgebiete für RFID-Technologien sind sehr vielfältig und lassen sich zusammenfassend für die Bereiche Logistik, Produktnachverfolgung, Lagerverwaltung, Produktauthentifizierung, Diebstahlsicherung,

produktbezogene Dienstleistungen und für personenbezogene Anwendungen einsetzen und eignen sich daher für jeden Bereich, indem eine automatische Kennzeichnung, Erkennung, Registrierung, Lagerung, Überwachung und Transportierung wichtiger Bestandteil sind (Erdmann & Hilty, 2009).

In Bezug auf RFID-Systeme ist zudem wichtig, dass diese immer mehr den Einsatz von anderen Auto-ID Systemen, beispielsweise Barcode-Systeme, ersetzen und ihnen somit ein großes Markt- (Angerer, Luidold, Schnideritsch, & Antrekowitsch, 2012) und Effizienzsteigerungspotenzial (Erdmann & Hilty, 2009) zugesprochen werden.

Der Einsatz von RFID-Technologien bringt jedoch nicht nur viele Vorteile mit sich, sondern auch Herausforderungen. So müssen insbesondere in Bezug auf Datenschutz und -sicherheit im privaten Bereich Rechtsbedürfnisse in bestimmten Rahmenverträgen geklärt werden (Sury, 2004).

In Bezug auf die Entwicklung von RFID-Technologien sind in diesem Kontext zudem die Steirischen RFID-Firmen in Steiermark zu nennen, denn diese beschäftigen sich seit langer Zeit mit einer solchen Entwicklung. Sie genießen in der RFID-Branche ein hohes Ansehen denn mehr als 50% der weltweit im Einsatz befindlichen Chips wurden dort entwickelt (Grosinger & Bösch, 2016). Aufbauend darauf wurde die Hotspot-Initiative „RFID-Hotspot Steiermark“ gegründet. Durch diese Initiative wurde zum Beispiel vielen Menschen der Nutzen von RFID-Technologien aufgezeigt. Auf den ersten Blick stellt der Einsatz von RFIDs für viele Endverbraucher keinen großen Nutzen dar, doch ob direkt oder indirekt profitieren sie davon, vor allem in den Bereichen Sicherheit und Bequemlichkeit. Ziel der Initiative ist daher dieses Wissen weiter zu verbreiten und den Fokus darauf zu setzen was die Bevölkerung benötigt. Dadurch wird eine Weiterentwicklung und -verbreitung von RFIDs nicht nur ermöglicht, sondern von der Gesellschaft gleichzeitig unterstützt (Hall, 2016).

3.4.3 IPv6 Protokoll

Das IPv6 (Internet Protocol Version 6) ist das neueste Internetprotokoll und wird daher auch häufig als IPng (Internet Protocol next Generation) genannt. Allgemein sind Internetprotokolle (IP) für die Vermittlung von Datenpaketen, über ein paketvermittelndes Netz hinweg zu einem anderen System, verantwortlich (Chang, 2016).

IPv6 ist der direkte Nachfolger des IPv4 und wurde 1996 von der Internet Engineering Task Force (IETF) entwickelt. Dadurch, dass immer mehr Menschen, Maschinen und Geräte mit dem Internet verbunden werden, reichen die 4,3 Milliarden IPv4-Adressen nicht mehr aus. IPv6-Adressen sind länger und ermöglichen so die Vergabe von wesentlich mehr Adressen, um somit den Bedarf der nächsten Generationen zu befriedigen (Betz & Kübler, 2013). Das IPv6 bietet jedoch nicht nur mehr Adressen, sondern auch neue Möglichkeiten und Verbesserungen bezüglich der Einfachheit, der Routinggeschwindigkeit, der Servicequalität und auch in Bezug auf die Sicherheit (Chang, 2016).

Es entstehen allerdings nicht nur Vorteile und neue Möglichkeiten, sondern auch Herausforderungen, oder in diesem Fall auch Nachteile, die eine Umstellung von der alten auf die neue Version mit sich bringen. Dazu gehört, dass der Übergang mit hohen Kosten und einem weiteren Bedarf an IPv4-Adressen verbunden ist (Betz & Kübler, 2013).

3.4.4 Sensoren und Aktoren

Um die Umsetzung einiger IoT-Technologien zu ermöglichen, bedarf es der Verwendung von Sensoren und Aktoren.

Sensoren messen gewisse Daten und bilden dadurch die Basis als Informationslieferant und fungieren zugleich als Befehlsgeber. Da sie sowohl für den Innenbereich als auch den Außenbereich einsetzbar sind, sollten sie gewisse Eigenschaften mit sich bringen, wie zum Beispiel Robustheit oder Langlebigkeit und dabei einen möglichst geringen Energieverbrauch verursachen. Alle gesammelten Daten werden anschließend zusammengefügt und von der jeweiligen Technik verarbeitet, um gewisse Aktivitäten einleiten zu können. Die Technik, die die Daten verarbeitet, sollte dabei leicht administrierbar, um weitere Komponenten erweiterbar und zugleich zuverlässig sein. Üblicherweise erfolgt die Bedienung von Sensoren über einen PC oder mobile Endgeräte, wie Tablets oder Smartphones (3.4.6) (Strese, Seidel, Knape, & Botthof, 2010).

Sensoren gibt es für die unterschiedlichsten Bereiche, Beispiele wären in diesem Kontext folgende:

- Helligkeits- und Lichtsensoren messen die Beleuchtungsstärke (Tageslicht oder künstliche Beleuchtung) und regeln in Abhängigkeit dieser Stärke die jeweiligen Leuchten. So werden Signale gegeben die Leuchten ein- und auszuschalten oder auch zu dimmen. Solche Sensoren können an Innen- wie auch Außenleuchten angebracht werden und gelten als essenzieller Baustein für Lichtregelsysteme, daher werden sie häufig mit anderen Sensoren, wie Bewegungsmeldern, gekoppelt (Wosnitza & Hilgers, 2012a).
- Bewegungsmelder können mit Helligkeits- und Lichtsensoren kombiniert werden um, somit die Beleuchtung in Abhängigkeit der Anwesenheit von Personen zu steuern (Wosnitza & Hilgers, 2012a).
- Tür- und Fensterkontaktsensoren stellen mit Hilfe von magnetischen Kontakten fest, ob Türen oder Fenster geöffnet oder geschlossen sind. Wird eine Tür oder ein Fenster geöffnet, entfernt sich der Magnet vom Sender und gibt somit eine Meldung ab. Gekoppelt mit Temperatursensoren können sie daher für ein optimales Klima sorgen (ElsnerElektronikGmbH, 2016a).

Aber auch die folgenden Sensoren sind nennenswert:

- Temperatursensoren
- CO₂-Sensoren und Lüftungssensoren
- Glasbruchmelder
- Rauchmelder und Brandmelder
- Rohrbruchmelder
- Feuchte- und Geruchssensoren

Doch es gibt noch weitere, wodurch eine vollständige Aufzählung unmöglich wird, da durch die stetige Entwicklung immer mehr neue Sensoren entwickelt werden. Für diese Arbeit jedoch sind die Wichtigsten genannt worden und werden daher auch im weiteren Verlauf nochmals aufgegriffen. Zudem ist es üblich, dass viele der genannten Sensoren kombiniert und selten alleine genutzt werden.

Aktoren dienen, im Gegensatz zu Sensoren, als Befehlsempfänger, indem sie elektrische Signale in mechanische Bewegungen umwandeln. Solche mechanischen Bewegungen sind beispielweise Schall, Bewegung, Druck oder auch Temperatur (SMART-WOHNEN.DE, n.d.).

Beispiele für Aktoren sind daher:

- Lampen
- Steckdosen
- Thermostate und Heizung
- Jalousien

- Sirenen / Alarme
- Öffnung- und Schließmechanismen

Auch diese werden im weiteren Verlauf erneut aufgegriffen und anhand von Szenarien konkretisiert.

3.4.5 Informations- und Kommunikationssysteme

Informations- und Kommunikationssysteme (IKT) sind ein wichtiger Bestandteil, bzw. auch eine Voraussetzung, von IoT-Technologien. Als IKTs (Informations- und Kommunikationstechnologien) bezeichnet man technische Geräte und auch Einrichtungen, welche Informationen jeglicher Art digital übertragen, verarbeiten, speichern und umsetzen können. Beispiele für solche Technologien sind Computer, das Internet, E-Mail oder auch Mobiltelefone (Niebel, Kopp, & Beerfeltz, 2013). Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass IKTs dazu beitragen sollen, Probleme schneller und effizienter zu lösen. Des Weiteren sollen sie Informationen für Entscheidungsträger liefern, um das Annehmen und Umsetzen von effektiven Lösungen zu ermöglichen. Zusätzlich sollen Schritte verringert werden, die den Anforderungen von verschiedenen Verwaltungsabläufen entsprechen und auch öffentliche Dienste sollen dadurch effizienter und transparenter gestaltet werden (Gil-Garcia & Aldama-Nalda, 2013). Weiterhin sollen sie dabei helfen, die Armut zu reduzieren und die Bildung und die Gesundheit zu unterstützen. Dabei erlauben IKTs einen besseren Zugang zu Wissen und optimieren somit eine nachhaltige Entwicklung (Niebel et al., 2013). Bezüglich der Relevanz und der Vorteile durch IKTs genießt die deutsche Informations- und Kommunikationstechnologiebranche ein hohes Ansehen, denn sie beschäftigt mehr als eine Millionen Menschen in über 92.000 Unternehmen. Zusätzlich erzielt die IKT-Branche einen weltweiten Umsatz von ca. 221 Milliarden Euro und ist daher einer der wichtigsten Wirtschaftszweige in Deutschland (T. Weber, 2015).

3.4.6 Smartphone basierte Architekturen

Smartphones sind Geräte, die die mobilen Bequemlichkeiten und Vorteile von Handys mit den Verarbeitungsfunktionen von Computern kombinieren. Zusätzlich enthalten sie viele intelligente Funktionen, wie zum Beispiel Geoinformationssysteme (GIS) oder Räumliche Informationssysteme (RIS), welche zur Erfassung, Organisation, Analyse und Präsentation räumlicher Daten dienen (Conway-beaulieu, Athaide, Jalali, & El-khatib, 2015). Mit Hilfe solcher bereits vorhandenen Infrastrukturen können die Kosten zur Einführung mancher IoT-Lösungen verringert, wenn nicht sogar aufgehoben werden (Campbell, Eisenman, Lane, Miluzzo, & Peterson, 2006). Außerdem ist zu bedenken, dass in näherer Zukunft ca. 22% der Menschen weltweit ein Smartphone besitzen werden (Xu, Teo, Tan, & Agarwal, 2009), was aufgrund einer Statistik, mit stark steigender Zahl an Smartphone-Nutzern, zu vermuten ist (von 1,06 Milliarden im Jahr 2012 auf 2,1 Milliarden 2016) (statista, 2016).

3.5 Bedeutung von Internet of Things für Unternehmen

Wie in vorherigen Kapiteln erwähnt, übt nicht nur die Nachhaltigkeit einen gewissen Einfluss auf Unternehmen aus, sondern auch das IoT. Daher sollen in diesem Abschnitt einige wichtige Informationen gegeben werden, die die Bedeutung des IoT für Unternehmen verdeutlichen.

Laut einer Studie der Online-Community D-Zone wurden 500 Personen befragt um erforschen, wie das IoT von Unternehmen betrachtet wird. Dabei kam heraus, dass es zwar viele Unternehmen gibt, für die IoT bereits jetzt eine wichtige Rolle spielt, jedoch ist vielen eine genaue Definition des Begriffs unklar und bereitet somit Schwierigkeiten bei der

Umsetzung. Auch obgleich das Thema immer präsenter wird, sind viele der Befragten der Meinung, dass das IoT zum jetzigen Zeitpunkt irrelevant sei. Bei der Studie wurde allerdings festgestellt, dass Unternehmen mittels IoT ihre Einnahmen und Effizienz steigern können und somit Voraussetzung für ein nachhaltiges Bestehen sind (Schnellbacher, 2015).

Bei einer weiteren Studie der IDC („Internet of Things in Deutschland 2016 – Wegbereiter der digitalen Transformation“) wurden 395 Organisationen zu dem Thema IoT befragt. Auch hier kam heraus, dass das Thema sehr präsent sei und hinsichtlich der Umsetzung allerdings Herausforderungen bezüglich Budget, Komplexität oder Know-how entstehen. Weiterhin wurden vier Stufen herausgearbeitet, die es laut IDC in IoT-Projekten zu beschreiten gilt:

1. Objekte oder Produkte werden vernetzt, um wichtige Informationen liefern zu können.
2. Aufbauend auf Schritt 1 soll ein Monitoring der Objekte und Prozesse durchgeführt werden.
3. Durch die gewonnenen Informationen des 1. Und 2. Schrittes sollen Abläufe und Vorgänge optimiert werden.
4. Neue Angebote für Kunden aufstellen, die mittels IoT möglich werden.

Angesichts dieser vier Stufen fand die Studie heraus, dass sich die meisten Unternehmen in Stufe 1 befinden und somit das IoT noch am Anfang steht (Hill, 2016).

Alles in allem wird das Thema von Unternehmen in Bezug auf die Privatsphäre eher skeptisch betrachtet und verzögert somit zusätzlich eine Adaption. Gleichzeitig stellt eine Umsetzung viele Herausforderungen an Entwickler mit denen sich auch Unternehmen auseinandersetzen müssen, denn diese sind abhängig von den Erkenntnissen der jeweiligen Entwickler.

Neben den beiden Studien gibt es allerdings noch weitere aktuelle Themen in Bezug auf das IoT, die immer mehr an Interesse gewinnen. Nennenswert ist hier das Projekt von IBM und BMW, indem beide zusammen daran forschen, Fahrzeuge als ein Teil des IoT zu konzipieren. Mittels integrierter Sensoren und Computer werden alle relevanten Informationen bezüglich Fahrer, das Auto selbst, die Insassen und die Umgebung erfasst und analysiert (Bremmer, 2016).

Weiterhin will SAP gemeinsam mit Start-ups das IoT in Berlin fördern und unterstützen. Dazu sollen ab Februar 2017 mehrere Start-ups in Zusammenarbeit mit SAP an Lösungen arbeiten, die das IoT ermöglicht. Umgesetzt wird dies im sogenannten „Data Space“ am Hackeschen Markt (IDG Business Media GmbH, 2016b).

4 IoT-Technologien zur Unterstützung nachhaltiger Unternehmen

Im folgenden Kapitel werden noch einmal die Anforderungen einer unternehmerischen Nachhaltigkeit aufgegriffen um zu analysieren, ob und gegeben falls wie das IoT diese adressieren kann. Hierfür wird die Tabelle aus Abschnitt 2.3.4 hinzugezogen um somit das Thema unternehmerische Nachhaltigkeit mit dem Thema Internet of Things zu verknüpfen. Dafür werden zu den jeweiligen Anforderungen in den Bereichen Ökologie (Abschnitt 4.1), Ökonomie (Abschnitt 4.2) und Soziales (Abschnitt 4.3) Lösungen aufgezeigt, die das IoT für Unternehmen anbietet. Aufgebaut sind die jeweiligen Unterkapitel so, dass zu Beginn Probleme aufgezeigt werden, die es für Unternehmen zu lösen gilt. Anschließend werden IoT-Technologien aufgezeigt, die Unternehmen bei einer Lösung der Probleme unterstützen können. Anhand dieser Technologien werden Beispiele von Lösungen genannt, die die zuvor genannten IoT-Technologien verwenden und anbieten.

Abschließend wird in diesem Kapitel das Thema „Smart Building“ (Abschnitt 4.4) erläutert, welches sich aus den vorherigen drei Kapiteln ergibt.

4.1 IoT-Technologien für den Nachhaltigkeits-Bereich Ökologie

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Anforderungen einer unternehmerischen Nachhaltigkeit aus dem Bereich Ökologie um abschließend bestimmen zu können, ob und wie das IoT diese Anforderungen adressiert. Genauer betrachtet liegt der Fokus dieses Unterkapitels auf der Untersuchung, wie die Natur nachhaltig geschützt werden kann und wie Umweltprobleme behoben werden können. Daher unterteilt sich dieser Abschnitt in die Untersuchung der zwei Themen „Intelligentes Entsorgungsmanagement“ (Abschnitt 4.1.1) und „Verringerung von CO₂-Emissionen (Abschnitt 4.1.2). Für beide dieser Themen soll dabei zunächst aufgezeigt werden, welche Probleme es zu lösen gilt, um anschließend IoT-Technologien vorzustellen, die Unternehmen unterstützen diese zu beheben.

4.1.1 Intelligentes Entsorgungsmanagement

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Laut einer Studie der Bertelsmann-Stiftung, liegt der Müllverbrauch in Deutschland bei 614 Kilogramm pro Jahr und Kopf (BertelsmannStiftung, 2015). Zum einen wird dieser Wert durch den Internet-Versandhandel verursacht und auch dadurch, dass immer mehr Menschen ihr Essen zum Abholen oder Mitnehmen bestellen. Aber auch die Mengen, die im Alltag an Papier und Kartons anfallen, sind großer Bestandteil des Gesamtwertes (Ehrenstein, 2015).

IoT-Technologie als Lösungsansatz

Betrachtet man nun den Wert des Papiermülls, so lässt sich dieser vor allem dadurch reduzieren, dass Unternehmen ihre Systeme so umstellen, dass erst gar kein Papiermüll verursacht wird. Dabei sollen Büros in sogenannte „papierlose Büros“ umgewandelt werden, was mittels Informations- und Kommunikationstechnologien, bzw. Dokumentenmanagement-Systeme (abgekürzt DMS) ermöglicht wird. Diese Technologien und Systeme werden durch Cloud-Technologien unterstützt, wodurch sämtliche Daten und Anwendungen gesichert und jederzeit verfügbar sind. Dabei stehen vor allem die Digitalisierung von Prozessen rund um Personalakten, Kunden- und Projektverwaltung, Lieferanten- und Bestellakten, sowie das Vertragsmanagement im Vordergrund (Toprak, 2016). Dies hat nicht nur den Vorteil, dass die Anzahl der Ausdrucke und somit die Kosten gesenkt werden, sondern, dass auch wesentlich weniger Papiermüll entsteht.

Beispiele für Anbieter

Einige große Anbieter für DMS sind SAP, Open Text/IXOS, Easy Software, IBM/FileNet oder auch d.velop (RAAD Research, 2008).

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Ein weiterer Aspekt, der hinsichtlich einer intelligenten Entsorgung zu beachten ist, ist das effiziente Sortieren von Müll. Die Sortierung spielt deshalb für die Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle, weil sie eine der relevantesten Voraussetzungen für eine Wiederverwertbarkeit ist. Abfall besteht aus verschiedenen Stoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften. Daher besteht der Sinn einer Sortierung darin, die Wertstoffe, Stoffe, die für weitere Verwendungen geeignet sind, auch als Sekundärrohstoffe bezeichnet, von den Störstoffen, Stoffe, die beispielsweise umweltschädlich oder gesundheitsgefährdend sind, zu trennen. Dabei sollen die in Abfällen enthaltenen Rohstoffe wiederverwertet werden können und die Störstoffe sauber und umweltfreundlich entfernt werden (Schug, Eickenbusch, Marscheider-Weidemann, & Zweck, 2008).

IoT-Technologie als Lösungsansatz

Um eine solche Sortierung zu ermöglichen, können Müllsortieranlagen mit verschiedenen Technologien zur Unterstützung hinzugezogen werden. Beispiel für eine solche Technologie stellen die optischen und sensorgestützten Verfahren dar, welche häufig auch als Schlüsseltechnologie angesehen werden (Schug et al., 2008). Diese können Objekte detektieren und gleichzeitig Daten messen, wie deren Lage, Größe oder Form. Diese Daten werden anschließend ausgewertet um an Hand dessen Entscheidungen, bezüglich der Aussortierung an mechanische oder pneumatische Aktoren, weiter zu leiten. Solche Aktoren können in einer Sortieranlage beispielsweise Druckventile sein. Eine Weitere Technologie ist die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIR), welche der automatischen Identifikation von Kunststoffen dient. Durch die Identifikation können unterschiedliche Arten von Kunststoffen sinnvoll separiert werden um eine Weiterverarbeitung zu erleichtern. Zusätzlich besitzt die NIR einen Graustufen-Separator, um helle und dunkle Verunreinigung zu sortieren, und einen Farb-Separator, welcher die Trennung von verschiedenfarbigen Kunststoffen ermöglicht (Schug et al., 2008).

Eine weitere Möglichkeit, Sortierprozesse zu optimieren, bietet der Einsatz von RFID-Technologien (Abschnitt 3.4.1), welcher jedoch zurzeit noch nicht genutzt wird. Wären jedoch sämtliche Elektrogeräte einheitlich mit RFID-Tags ausgestattet, so wäre es möglich auf diesem Tag Daten zu speichern, welche für den Recycling-Vorgang relevant wären. Beispiele für solche Daten wären die verwendeten Materialien oder das anzuwendende Demontageverfahren, um eine Wiederverwertbarkeit zu gewährleisten. Zusätzlich könnte ein Entsorgungskonzept für Produktgruppen entwickelt werden, welches auch auf dem Tag gespeichert wird um so schneller und effizienter mittels des Lesegerätes sortieren zu können. Durch das Entsorgungskonzept wäre zudem möglich, unterschiedliche Entsorgungskategorien zu entwickeln (Filser et al., 2011). Abhängig von diesen Kategorien lässt sich einfacher der Preis ermitteln, der für die Entsorgung gezahlt werden muss, und gleichzeitig werden Unternehmen motiviert, deren Produkte recyclingfähiger zu produzieren. Bei den Vorteilen, die der Einsatz von RFID mit sich bringt, entstehen jedoch auch Herausforderung. Diese bestehen darin, dass der Einsatz der Technologie ein sicheres Datenbanksystem erfordert. Ohne ein solches wäre eine Manipulation der RFID-Tags möglich, wodurch auf der einen Seite das Unternehmen weniger zahlen könnte, als notwendig und auf der anderen Seite könnten Entsorgungsunternehmen mehr berechnen als tatsächlich vorhanden (Filser et al., 2011). Da

dieses Verfahren noch nicht vollständig ausgereift ist, wird es nur von wenigen Nutzern akzeptiert, eine Chance für einen Markteintritt besteht dennoch.

4.1.2 Verringerung von CO₂-Emissionen

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Der wirtschaftliche Erfolg wird gesichert durch die Mobilität, denn diese gewährleistet die Lebensqualität, die wir haben. Gesichert wird dieser Erfolg hauptsächlich durch fossile Kraftstoffe, Verbrennungsmotoren und Turbinen, welche sämtliche Transportmöglichkeiten antreiben. Daraus folgt jedoch auch ein hoher CO₂- und Schadstoffausstoß (Liebl, 2016). Dennoch wird CO₂ nicht nur von Transportmöglichkeiten verursacht, sondern auch durch IKTs. Laut einer Untersuchung von Gartner ist die Informations- und Kommunikationstechnik für rund zwei Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Um diesen Wert in Relation zu setzen ist in diesem Kontext erwähnenswert, dass dieser CO₂ Ausstoß in etwa dem von der Luftfahrtindustrie gleicht. Verantwortlich für diesen hohen Wert sind vor allem die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von PCs, Servern, Kühltechniken (näher erläutert im weiteren Verlauf dieses Abschnitts), Telekommunikationstechniken oder auch Druckern. Daher gewinnt die sogenannte „Green IT“ (=grüne IT) immer mehr an Bedeutung für Konsumenten und Produzenten und hat zur Folge, dass immer mehr Kunden ihre Kaufentscheidung auch von Umweltschutz-Aspekten abhängig machen. Punkte, die bei der Umsetzung der Green IT zu beachten sind um den CO₂-Verbrauch zu senken sind beispielsweise:

- eine bessere Kapazitätsplanung einführen um eine Überversorgung zu vermeiden
- eine effizientere Kühltechnik verwenden
- eine lange Nutzung von Geräten gewährleisten
- die Optimierung von Lieferantenvorgängen vornehmen und unterstützen
- eine intelligente Abfallpolitik beachten

Mit der einhergehenden Wichtigkeit dieses Themas geht es laut Gartner weniger darum, dass sich Unternehmen mit Umweltaspekten beschäftigen, sondern eher darum, welche Risiken sie eingehen wenn sie es nicht tun (Gartner, 2007).

IoT-Technologien als Lösungsansatz

Da das IoT auch für diesen Bereich einige Möglichkeiten bietet, wie ein Unternehmen seinen CO₂-Ausstoß verringern kann, werden zunächst IoT-Komponenten genannt, die dies ermöglichen:

- Parksensoren: Messen Daten bezüglich der Belegung von Parkplätzen mittels des Erdmagnetfeldes.
- Bewegungs-Sensoren: Messen Bewegung von Objekten, speziell in diesem Fall von Fahrzeugen für ein effizientes Parkleitsystem.
- Server sammelt Daten und dient mittels einer Benutzeroberfläche als Schnittstelle.
- Temperatursensoren: Messen sämtlich Daten bezüglich der Temperaturen um somit beispielsweise eine Kühlung der Server effizient zu steuern um den Energiebedarf zu senken. Eine Kühlung kann zum Beispiel über eine explizite Steuerung der Lüftung vorgenommen werden.
- Kollaborationstechnologien: Ermöglichen Video- und Audioanrufe über das Internet.

Beispiele

Parkleitsysteme:

Eine Möglichkeit, den CO₂-Ausstoß zu verringern, bieten sogenannte Parkleitsysteme.

In vielen großen Unternehmen kann die Parkplatzsituation und die damit verbundene Parkplatzsuche sehr chaotisch sein und geht daher mit einer enormen Zeitverschwendung und einem unnötigen CO₂-Ausstoß einher.

In diesem Zusammenhang bietet das Unternehmen Urbiotica eine Sensorlösung an, welche dem Nutzer in Echtzeit verfügbare Parkplätze anzeigt. Die Sensorlösung selbst untergliedert sich in weitere Sensoren. So ist beispielsweise der Parksensoren U-Spot dafür zuständig, die Parkdaten bezüglich der Belegung des Parkplatzes zu messen. Dabei misst er alle zehn Sekunden das Erdmagnetfeld um, die Anwesenheit des Fahrzeuges an einem bestimmten Punkt zu erfassen. Der Sensor U-Flow Parking ermittelt in Echtzeit wann Fahrzeuge in eine Parkzone hineinfahren, und wann wieder hinaus; dies wird auch wieder über das Magnetfeld der Erde gemessen. Alle Daten und Informationen, die durch die Sensoren gemessen werden, werden von einer Softwareplattform, der U-Base, gesammelt um somit alle Geräte untereinander zu vernetzen und dem Nutzer gleichzeitig einen Überblick über die Parksituation zu geben (Urbiotica, 2016a).

Nennenswert sind jedoch auch die Technologien und Lösungen: **EcoTruck, SmartBin, U-Dump M2M waste management sensors und Enevo** (näher erläutert in Abschnitt 4.2.1.3), denn auch diese sorgen durch ihre Optimierung zusätzlich zu einer Verringerung von CO₂-Emissionen (Bezirgiannis & Sakellariou, 2011; ENEVO, 2015; SmartBin, 2016a; Urbiotica, 2016b).

Effiziente Kühltechnik für Server:

Wie in der Einleitung dieses Abschnittes von Gartner aufgeführt, spielen auch effiziente Kühltechniken für Server eine wichtige Rolle. Diese sollen mit Hilfe einer Kühlung, bzw. auch allgemein Klimatisierung, dazu beitragen, dass Server vor Überhitzungen geschützt werden. Je mehr Daten einen Server verarbeitet, desto mehr Hitze gibt er ab. Auf Grund der Hitze benötigen Rechenzentren daher viel Energie um ihre Betriebsräume zu kühlen. Daher sind auch hier IoT-Technologien relevant denn „Heute ist „grüne“ Technik für Rechenzentren kein schmückendes Beiwerk mehr, sondern schlicht eine Notwendigkeit für nachhaltige und energieeffizienten Betrieb“, so Urs Iten, Direktor des Global Portfolio Management Data Center (Iten, 2016). Beispiel in diesem Fall bietet die Lösung von Dr. Pornsak Songkakul, Siemens Building Technologies in Buffalo Grove. Dieser entwickelte basierend auf dieser Notwendigkeit eine Software, deren Sensoren Temperaturen an vielen Stellen in den Serverräumen, wie beispielsweise auch direkt an den Racks, messen. Racks sind in diesem Zusammenhang ein Gestell für Elektrogeräte, indem sich beliebige Komponenten montieren lassen. Die Software nutzt dann weitere Technologien um herauszufinden, welche Racks in kühleren Bereichen stehen und lenkt anschließend die Rechenlast automatisch auf andere Racks. All dies hat zur Folge, dass der Energiebedarf sinkt und dadurch gleichzeitig weniger CO₂ freigesetzt wird (Siemens AG, 2015).

Telekommunikationstechnologien:

Ein weiteres Beispiel, den CO₂ Ausstoß zu verringern, oder diesem sogar vorzubeugen, bieten Lösungen aus dem Bereich der Telekommunikationstechnik. Diese ermöglichen die Teilnahmen an Geschäftsprozessen, unabhängig vom derzeitigen Standort. Bereits heute werden sie vielfach genutzt um den Reiseverkehr zu senken. Dies wiederum hilft dabei CO₂ Emissionen zu verringern (Marwedel & Gonsio, 2008). Beispiele für solche Telekommunikationstechnologien sind Sprach- oder Video-Anrufe über das Internet, welche

von einer großen Vielzahl an Anbietern bereitgestellt wird. Beispielsweise sind solche Anrufe mit Kollaborationstechnologien, wie IBM Connections oder MS Sharepoint, möglich.

4.1.3 Fazit für den Nachhaltigkeits-Bereich Ökonomie

Das IoT bietet für den Bereich Ökologie zwar einige Vorteile, dennoch muss noch viel seitens der Unternehmen, und auch der Gesellschaft, unternommen werden, den Erhalt der Natur langfristig zu gewährleisten. Die Aufgabe für Unternehmen besteht in Zukunft darin, die großen Materialmengen, die für den Abfall verantwortlich sind, durch effiziente Mehrfachnutzung zu reduzieren und auch Recyclingvorgänge zu optimieren (Smart Regions Nord, 2016). Aufgrund dessen wird ein intelligentes Regeln einer Abfallsituation immer wichtiger und somit werden immer mehr Entsorgungssysteme, unter der Zuhilfenahme von IoT, verbessert, digitalisiert und effizienter gestaltet (Rowley, 2016).

Vor allem im Bereich CO₂-Verringerung bieten IoT-Technologien einige sehr effiziente Vorteile und Möglichkeiten. In Bezug auf die Telekommunikationstechnologien sogar einige sehr günstig umzusetzende.

Bei allen vorgestellten Technologien muss jedoch auch im Hinterkopf behalten werden, dass diese nicht nur Vorteile mit sich bringen, sondern auch Herausforderungen und Kosten (Kapitel 5). Die Preise für komplette RFID-Technologien sind sehr teuer und auch viele Sensoren verursachen hohe Anschaffungskosten. Daher ist es immer von Vorteil, wenn Unternehmen eine Kosten-Nutzen-Analyse aufstellen, um die Rentabilität zu berechnen. Des Weiteren sollte für den Bereich Ökologie beachtet werden, dass in diesem Abschnitt nur einige Lösungen aufgezeigt wurden, die das IoT bietet und einige Aspekte außen vorgelassen wurden, da eine weitere Ausführung den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde.

4.2 IoT-Technologien für den Nachhaltigkeits-Bereich Ökonomie

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Anforderungen einer unternehmerischen Nachhaltigkeit aus dem Bereich Ökonomie, um abschließend, wie in Abschnitt 4.1, bestimmen zu können, ob und wie das IoT diese Anforderungen adressiert. Der Fokus dieses Unterkapitels liegt hier auf Lösungen, die sich zum einen der Sicherung des wirtschaftlichen Erfolgs widmen (Abschnitt 4.2.1) und zum anderen dafür sorgen, dass die unternehmerische Verantwortung optimiert wird (Abschnitt 4.2.2). Dabei sollen für beide Themen zunächst Probleme aufgezeigt werden, die sich in den einzelnen Bereichen ergeben, um anschließend IoT-Technologien vorzustellen, die Unternehmen dabei unterstützen, diese Probleme zu beheben.

4.2.1 Wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens sichern

Um den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens zu gewährleisten, sollte die Effizienz in vielen Bereichen gesteigert werden, um so viele anfallende Kosten zu senken. Dabei tritt jedoch oft der Fall ein, dass die Effizienzsteigerung außen vor bleibt und dass die Kosten oftmals, auf Kosten der Nachhaltigkeit, eingespart werden. So wird beispielsweise häufig dort eingekauft, wo es am günstigsten ist, unabhängig von Umweltschäden. Demzufolge greifen Unternehmen oft zu „Billiganbietern“ und lassen Umweltaspekte aus der Planung raus (360report GmbH, 2015). Auf den ersten Blick können Unternehmen so zwar zu Beginn einige Kosten sparen, doch langfristig gesehen, bringen solche Lösungen keinen nachhaltigen Erfolg. Daher werden in diesem Abschnitt IoT-Technologien vorgestellt, die die Effizienz steigern um somit Kosten und auch Zeit zu senken. Dazu untergliedert sich dieser Abschnitt in die Unterkapitel: Effizienzsteigerung im Bereich Energieversorgung (Abschnitt 4.2.1.1), Effizienzsteigerung im Bereich Wassernutzung (Abschnitt 4.2.1.2) und Effizienzsteigerung im Bereich Entsorgung (Abschnitt 4.2.1.3)

4.2.1.1 Effizienzsteigerung im Bereich Energieversorgung

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Seit dem Ausstieg aus der Atomkraft in Deutschland, ist ein Umbau der Energieversorgungen dringend notwendig geworden! Und auch seit dem Klimagipfel in Paris im Dezember 2015 wird die Wichtigkeit der Energiewende nur untermauert, da dort eine Vereinbarung von allen 196 Ländern getroffen wurde zur Eindämmung der Erderwärmung, das sogenannte Paris-Abkommen (Bojanowski, 2015). Eines der Ziele der Energiewende ist die Nutzung von erneuerbaren Energien. Dazu gehören beispielsweise zwei sehr bekannte Arten: die Windenergie, gewonnen durch Windgeschwindigkeit, und die Sonnenenergie, gewonnen durch Photovoltaikanlagen oder Solarkraftwerke.

Herausforderungen entstehen dabei nicht in der Gewinnung und Nutzung von erneuerbaren Energien, sondern erfordern eine hohe Energieeffizienz und langfristige Speichertechnologien, welche eine hohe Speicherkapazität aufweisen müssen (Brauner, 2015). Als Speicherungen werden heute meist Akkumulatoren, Pumpspeicherkraftwerke, Power to Gas oder Stromspeicher verwendet. Lässt man deren Funktionsweise außen vor und betrachtet nur das Ergebnis, so lässt sich leider feststellen (Paschotta, 2016):

- Akkumulatoren sind sehr teuer in der Anschaffung
- Pumpspeicherkraftwerke stellen hohe Anforderungen an den Standort welche oft nicht erfüllt werden können
- Power to Gas bringt große Energieverluste bei der Speicherung mit sich
- Stromspeicher reichen meist hinsichtlich der Speicherkapazität nicht aus

Beispiel

Jedoch gibt es auch Stromspeicher, die für eine gewisse Kapazität ausreichend sind. Beispiel für einen solchen Stromspeicher, bzw. für ein intelligentes Speichersystem, wäre das Produkt **E.ON Aura** vom Energiekonzern E.ON.

Zusammen mit Solarwatt wurde das Speichersystem E.ON Aura entwickelt, welches in der Lage ist mit einer Kapazität von 4,4 Kilowattstunden den Bedarf einer 3 bis 4-köpfige Familie für Abend- und Nachstunden zu decken (pvmagazine, 2016). Zusätzlich bietet das Produkt die Möglichkeit, das System durch die Nutzung eines weiteren Modules auf 11 Kilowattstunden zu erweitern. Verbaut sind in dem Produkt Lithium-Ionen-Batterien, deren Wirkungsgrad bei 100 Prozent liegen, was zugleich der Kapazität des Speichers entspricht. Auch die Entladetiefe liegt bei 100 Prozent, was zur Folge hat, dass man den kompletten gelagerten Strom nutzen kann. Eingesetzt werden kann der Speicher 20 Jahre, das bedeutet die Lebensdauer soll über 400 Ladezyklen beinhalten, so heißt es laut E.ON Sprecher Stefan Moriß (Schmidt, 2016). Zusätzlich bietet E.ON eine Komplettlösung in diesem Bereich an, indem Photovoltaik-Anlagen, Speicher, eine App und Ökostrom angeboten werden.

Mit Hilfe einer App, dem E.ON Aura Manager, ist es zudem dem Nutzer möglich, sämtliche Daten jederzeit kontrollieren zu können, dies bedeutet einzusehen, wie viel Strom produziert, verbraucht und gespeichert wird. Abrufbar auf jedem Smartphone, Tablet oder PC. (E.ON Energie Deutschland GmbH, 2016).

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Um dennoch die Energiewende weiterhin zu fördern und zu unterstützen wurde in diesem Zusammenhang ein erfolgreiches Konzept zur Förderung des Ökostroms entwickelt: das sogenannte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Dieses trat 2000 erstmals in Kraft und wurde seitdem fortlaufend weiterentwickeln. Eines der Ziele des EEG sind eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung- und Nutzung zu ermöglichen und dafür die

Weiterentwicklung von Technologien, die dazu beitragen, zu unterstützen. Diesbezüglich hat sich zudem die Bundesregierung das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 den Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf 80% zu steigern, indem fossile Energieressourcen geschont und Technologien in diesem Bereich weiter unterstützt und vorangetrieben werden (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2016).

Um eine effizientere Energieversorgung zu gewährleisten, sind jedoch nicht nur effizientere Speichertechnologien notwendig, sondern auch Technologien, die die Energienutzung optimieren. Im Gegensatz zu Speichertechnologien gibt es für die Optimierung der Energienutzung mehr Technologien, die dies unterstützen, vor allem durch ein Hinzuziehen von IoT-Technologien. So können allgemein die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- Die Energienutzung effizienter gestalten um somit Kosteneinsparungen vornehmen zu können.
- Einen Überblick über Daten erhalten, bezüglich des Stromverbrauchs und des Stromverursachers, diese Daten können zudem in Echtzeit abgerufen werden.
- Nicht nur Kosten sparen, sondern Verschwendungen vorbeugen um somit die Umwelt nachhaltig zu schützen.

IoT-Technologien als Lösungsansatz

- Temperatursensoren: Für den Außen- und den Innenbereich, um abhängig davon die Heizung zu steuern, um die gewünschte Innentemperatur zu erlangen.
- Sonnen-/Dämmerungssensoren: Messen die Lichtintensität und fahren bei starker Intensität die Jalousien nach unten und bei geringer nach oben, um die Temperatur zu senken. Soll die Sonnenstrahlung jedoch wärmen, funktioniert das Prinzip andersherum, das heißt um die Raumtemperatur zu erhöhen werden die Jalousien hochgefahren. Insgesamt lassen sich so also Heiz- bzw. Kühlkosten sparen.
- Tür-Fenster-Kontakt-Sensoren: Senden Funksignale, wenn der Kontakt unterbrochen wird. Sind diese Sensoren mit Temperatursensoren gekoppelt, schaltet sich die Heizung automatisch ab, wenn ein Fenster geöffnet ist, um somit Energie zu sparen.
- Server: Sammelt die erfassten Daten und dient mittels einer Benutzeroberfläche als Schnittstelle zwischen dem System und dem Nutzer.
- Präsenzmelder: Sind Sensoren, die die Präsenz von Personen und Objekten messen und ermöglichen somit, in Abhängigkeit der Anwesenheit von Personen, eine effiziente Lichtschaltung. Dadurch wird die Stromnutzung verringert und gleichzeitig Stromkosten gespart.
- Energiesensoren: Erfassen Daten bezüglich des verbrauchten, bzw. benötigten, Stroms
- Informations- und Kommunikationstechnologien: um die Umsetzung von Smart Grids und Smart Meters zu ermöglichen (näher im weiteren Verlauf dieses Abschnitts erläutert).

Beispiele

Smart Grids:

Smart Grids, zu Deutsch „Intelligente Stromnetze“ sind in der Lage, mit IKTs eine effiziente Nutzung der Ressourcen zu unterstützen. Lehnt man sich an den Artikel von Gharavi & Ghafurian (2011) so lassen sich Smart Grids wie folgt definieren:

„The Smart Grid can be defined as an electric system that uses information, two-way, cyber-secure communication technologies, and computational intelligence in an integrated fashion

across the entire spectrum of the energy system from the generation to the end points of consumption of the electricity. “

Genauer bedeutet dies, dass auf Grund von neuen Technologien, wie zum Beispiel autonom verteilten Sensorsystemen, IKTs, oder fortschrittlichen Softwares für ein Datenmanagement, neue Möglichkeiten für ein intelligentes Energiesystem entstehen. Dabei werden Daten gesammelt um ein sicheres, zuverlässiges, effizientes und nachhaltiges System zu schaffen. Einige nennenswerte Charakteristika eines Smart Grids sind folgende (Gharavi & Ghafurian, 2011):

- Das System führt automatisch Reparaturen oder Entfernungen von potenziell fehlerhaften Geräten durch und konfiguriert sich selbst, bevor die Energieversorgung versagt. Dadurch wird eine Versorgung dauerhaft aufrechterhalten.
- Die notwendigen und gesammelten Daten können zu jedem Zeitpunkt und von jedem Ort aus in Echtzeit abgerufen werden, sowohl vom System (das bedeutet auch vom Stromanbieter), als auch vom Kunden selbst.
- Koordiniert die Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Energie.

Um jedoch ein Smart Grid überhaupt erst nutzen zu können, ist eine Installation von vielen neuen und auch intelligenten Komponenten in das Verteilernetz grundlegend. Dazu gehören beispielsweise Steuerungstechnologien für die Kommunikation, ein effizientes Datenmanagement, Diagnoseanalysen, eine dementsprechende Arbeitswirtschaft oder auch der Einsatz von digitalen Stromzählern. Solche Stromzähler bezeichnet man in diesem Zusammenhang als „Smart Meters“.

Smart Meter:

Smart Meter (=intelligente Stromzähler) werden als digitaler Messpunkt des Energieverbrauchs im Haushalt eingesetzt und dienen gleichzeitig als Steuerungselement im lokalen Verteilernetz. Der dabei entstehende Datentransfer kann über unterschiedliche Übertragungstechniken realisiert werden. Zu nennen wäre hier die Übertragungstechniken: Power Line Communication, der Mobilfunk oder auch das Breitband. Dabei übermitteln Smart Meter die Verbrauchswerte entweder automatisch in festgelegten Intervallen an den Energieversorger oder durch eine manuelle Fernabfrage (Fox, 2010). Weitere Aufgaben des Smart Metering sind dabei der Informationsverarbeitungsprozess (beinhaltet die Sammlung, Evaluierung der Verbrauchs- und Nutzungsdaten) und die Prüfungen und Diagnosen von Stromspannung, Lastabnahme und Betriebszustand in Echtzeit (Jagstaidt, Kossahl, & Kolbe, 2011). Angesichts dieser Vorteile ist die Einführung nur eine Frage der Zeit und wird gleichzeitig von der Europäische Regierung mit Hilfe der EU-Verordnung vorangetrieben. Dabei soll bis zum Jahresanfang 2017 ein neues Gesetz Stromkunden dazu verpflichten, intelligente Stromzähler einbauen zu lassen (Forst, 2016). Nach der Sichtweise der European Smart Metering Alliance (ESMA) steht der Kunde im Mittelpunkt:

„Smart Metering is designed to provide utility customers information on a real time basis about their domestic energy consumption. This information includes data on how much gas and electricity they are consuming, how much it is costing them and what impact their consumption is having on greenhouse gas emissions.“

(ESMA 2010)

Zudem ergeben sich durch Smart Metering auch Vorteile, wie die Möglichkeit des genauen Ablesens des Stromverbrauchs mit Zuordnung zu den jeweiligen Geräten, um

Energieeinsparungen und die Ermittlung von Energieverschwendung ermitteln zu können. Dies wird dadurch ermöglicht, dass Energiesensoren Daten hinsichtlich des genutzten Stroms erfassen und über Zählersensor-Sendeeinheiten aufbereiten. Zugleich entfällt die Stromablesung im Haus da diese online erfolgt und auch eine Festlegung von Schwellenwerten ist möglich, bei dem der Nutzer alarmiert wird, wenn die Energienutzung, bzw. der Energieverbrauch, diesen Wert überschreitet (Jagstaidt et al., 2011).

Es muss jedoch auch beachtet werden, dass durch das Sammeln der anfallenden Daten einige Risiken für den Nutzer entstehen. So können detaillierte Verbrauchsprofile erstellt werden, aus denen genau hervorgeht, wer welche Geräte wie lange oder oft nutzt (Fox, 2010). Daher spielt die Sicherheit der Daten stets eine zentrale Rolle.

Anbieter für Smart Meter:

Einer der Anbieter für Smart Metering ist die Deutsche Telekom AG. Diese erfüllt die Anforderungen bezüglich der Bestimmung des Bundesdatenschutzgesetzes. Dabei werden nur die tatsächlich benötigten Daten erfasst und analysiert und zusätzlich anonymisiert. Sämtliche anfallende Daten des Smart-Metering werden von der Telekom signiert, verschlüsselt und über ein virtuelles privates Netz (VPN) übermittelt. Dadurch werden die Daten nur für autorisiertes Personal verfügbar gestellt (Sailer, 2014).

Weiterer Anbieter sind jedoch auch E.ON., SIEMENS, und viele mehr.

Sewi KNX Kombisensoren:

Eine weitere Möglichkeit, Strom intelligent zu nutzen, bieten die Sewi-Kombisensoren. Diese sind eine der Komponenten des Elsner Elektronik GmbH Firmengebäudes, welches unter der Zuhilfenahme des sogenannten „KNX-Bussystems“ optimiert wird. Weitere selbst entwickelte KNX-Steuerungstechniken sind in diesem Zusammenhang die Aktoren KNX K (Abschnitt: XY), die Wetterstation Suntracer KNX sl (Abschnitt: XY) und das Display Corlo Touch KNX (Abschnitt: XY).

Die Sewi Kombisensoren besitzen je nach Modell unterschiedliche Funktionen. Relevant für diesen Abschnitt sind die Präsenzmelder, denn diese ermöglichen eine effiziente Lichtschaltung in Abhängigkeit davon, ob Personen anwesend sind oder nicht um somit Strom zu sparen (ElsnerElektronikGmbH, 2016e).

Corlo Touch KNX:

Wie zuvor erwähnt ist das Display Corlo Touch KNX eine Komponente des Elsner Firmengebäudes und dient dabei als Raumregler und steuert daher viele Klimafunktionen. Mit Hilfe des Touch-Displays wird somit eine einfache Bedienung von Lüftung und Klimatisierung ermöglicht und fungiert daher als Schnittstelle zwischen Gebäude und Nutzer (in diesem Falle den Mitarbeitern des Unternehmens). Für die Benutzerfreundlichkeit von Corlo Touch KNX ist zusätzlich eine App verfügbar, die eine Bedienung des Systems auch über mobile Endgeräte ermöglicht (ElsnerElektronikGmbH, 2016b).

KNX K-Aktoren:

Eine weitere Komponente des Firmengebäudes der Elsner Elektronik GmbH bilden die Aktoren KNX K, die der Steuerung von Heiz- und Kühlsystemen dienen. Dabei können interne Temperaturregler die Ausgänge der KNX K steuern sowie andere Klimasysteme des KNX Bussystems. DIE KNX K besitzen verschiedene Modi: Komfort, Standby, Eco und Gebäudeschutz, welche vom Nutzer individuell einstellbar (über Corlo Touch KNX) sind. Die Aktoren bekommen dazu Daten von den unterschiedlichen Sensoren (Abschnitt 4.3.1.1), zum Beispiel von Temperatur-, Sonnen- oder Tür-Fenster-Kontakt-Sensoren, und vergleichen

anhand dessen die Soll-Werte mit den Ist-Werten. Abhängig von diesen zwei Werten regeln die Aktoren automatisch das Klima. Zu jeder Zeit ist es jedoch auch möglich, diese Werte anzupassen oder manuell zu steuern (ElsnerElektronikGmbH, 2016d).

Suntracer KNX sl:

Nächste Komponente des Elsner Elektronik GmbH Firmengebäudes ist die Wetterstation, Suntracer KNX sl, für das KNX Bussystem. Diese berechnet mittels GPS den Sonnenstand und mittels Sensoren die Lichtintensität und steuert abhängig davon mittels Aktoren, die Ausrichtung der Jalousienlamellen. Zusätzlich werden durch Sensoren weitere Werte gemessen wie Außentemperatur, Windgeschwindigkeit, Helligkeit und Niederschläge. Daraus abgeleitet können Raumtemperaturen angepasst werden (durch jeweilige Aktoren) oder auch Warnungen im Falle von Wind- und Frostgefahren abgegeben werden (ElsnerElektronikGmbH, 2016f).

4.2.1.2 Effizienzsteigerung im Bereich Wassernutzung

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Wasser gehört mit zu den kostbarsten Ressourcen und ist essentiell für unseren Lebensstandard. Zugleich sind Wassernetze in Bau und auch in Erhalt etwa dreimal so teuer wie Elektrizitätsnetze, wodurch dessen effizientere Gestaltung und Nutzung dringend notwendig sind (Buhl & Jetter, 2009). Daher ist eine effizientere Wassernutzung auch für Unternehmen ein wichtiger Aspekt einer nachhaltigen Führung. Sinn besteht daher zum Teil darin, dass Verbraucher, sowie Anbieter in der Lage sind, den aktuellen Wasserverbrauch von überall aus und zu jeder Zeit kontrollieren zu können. Dadurch wird dem Nutzer, bzw. Verbraucher nicht nur eine hohe Flexibilität gewährleistet, sondern es können auch viele Einsparpotentiale erkannt und Wasserverschwendungen vermieden werden. Gleichzeitig gehört zu einer effizienteren Wassernutzung nicht nur den Verbrauch, sondern auch die Qualität des Wassers und die Zustände der Rohre und Leitungen zu kontrollieren, um so Leckageschäden vorzubeugen. Ein Leckage, auch als „Leck“ bekannt, ist eine undichte Stelle in einem System, in diesem Falle meist in Rohren, Leitungen oder Zuflüssen, wodurch Flüssigkeiten, oder eventuell auch Gase, unerwünscht austreten. Wasserverluste durch Lecks werden auf 15 bis 20 Prozent geschätzt und führen weiterhin meist zu Funktionsstörungen oder sogar zu kompletten Systemausfällen (Buhl & Jetter, 2009). Durch ein Vorbeugen oder schnelles Erkennen von Leckageschäden bleiben dem Unternehmen daher oft hohe Reparaturkosten und Zeitverluste erspart.

IoT-Technologien als Lösungsansatz

Wie zuvor, gibt es auch für diesen Bereich IoT-Technologien mit zugehörigen Komponenten, die Unternehmen Möglichkeiten bieten, nachhaltiger und effizienter zu wirtschaften. Dazu gehören die folgenden Komponenten:

- Wasser-Füllstandsensoren/Wasserdruck-Sensoren: Messen regelmäßig den Wasserstand von Heizungen.
- Wasserverbrauch-Sensoren/Durchflusssensoren: Messen den verbrauchten Wasserverbrauch und gleichen diesen mit den zuvor eingegebenen Soll-Werten ab. Dadurch soll Wasser gespart werden, um zum einen die Kosten zu senken und gleichzeitig einen Überblick über den aktuellen Verbrauch zu ermöglichen (über hochempfindliche Druckfühler).

- Wasserqualität-Sensoren: Messen die Wasserqualität, zum Beispiel die Wasserhärte, um abhängig davon Vorkehrungen bezüglich der Wasserenthärtung vornehmen zu können, da Kalkablagerungen zu höheren Heizkosten führen.
- Server: Sammelt die erfassten Daten und dient mittels einer Benutzeroberfläche als Schnittstelle zwischen dem System und dem Nutzer.
- Füllstandsensoren: Messen den Füllstand von Salz, da dies zur Enthärtung von Wasser benötigt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass immer genügend Salzvorrat zur Verfügung steht um stets die Wasserqualität aufrecht zu erhalten.

Beispiele

Intelligente Wasserzähler:

Intelligente Wasserzähler dienen dazu, den aktuellen Wasserverbrauch mittels Ultraschalltechnologie oder Durchflusssensoren (Wasserverbrauchs-Sensoren) zu ermitteln. Dabei ähneln sie stark der Funktionsweise von Smart Meters (Abschnitt 4.2.1.1) und sollen dem Verbraucher die Kontrolle und einen Überblick des Wasserverbrauchs verschaffen. Die Zählerauslesung kann dabei über ein mobiles Endgerät, beispielsweise mittels Smartphone oder Tablet, zu jeder Zeit von überall aus zu kontrollieren (kamstrup, 2016). Von intelligenten Wasserzähler sollen allerdings nicht nur Unternehmen und andere Nutzer profitieren, sondern auch Wasserversorgungsunternehmen, denn dadurch ist es ihnen möglich, große Nachfragen bei geringeren Kosten zu befriedigen (urbanwater, 2016).

Anbieter für intelligente Wasserzähler:

Einer der Anbieter in diesem Zusammenhang ist das Unternehmen Kamstrup. Sie bieten Lösungen für die oben genannten Punkte an, egal ob einzelne Zähler oder vollautomatisierte Servicelösungen (kamstrup, 2016). Aber auch einige andere Unternehmen, wie zum Beispiel Elster Water Metering (Elster Water Metering, 2016) oder Siemens (Siemens AG, 2016) bieten intelligente Wasserzähler mit unterschiedlichen Funktionen an.

Projekte im Bereich intelligente Wasserzähler:

Ein Projekt in diesem Zusammenhang ist die Initiative Urbanwater, welche durch die EU gefördert wird und bei dem die Installation von tausenden intelligenten Wasserzählern in ein städtisches Wasserverteilungsnetz im Mittelpunkt steht. Auch hier werden die zuvor erläuterten Technologien von intelligenten Wasserzählern genutzt um die Wasserversorgung und -nutzung effizienter zu gestalten um Kosten zu sparen und gleichzeitig einen Überblick des Wasserverbrauchs zu gewährleisten. Weiterhin soll die Wassernutzung nachhaltiger werden, um Verschwendungen zu vermeiden. Zusätzlich sollen Leckagen im städtischen Wasserverteilungsnetz dadurch besser kontrolliert werden (urbanwater, 2016). Insgesamt wird das Projekt mit drei Millionen Euro durch die EU gefördert und beweist zugleich, wie hilfreich IoT-gestützte Lösungen im Bereich Wassermanagement sein können (UmweltDialog, 2015).

SYR-Leckageschutz:

Um weiter auf den SYR-Leckageschutz eingehen zu können, muss zunächst erwähnt werden, dass diese Lösung eine Komponente des SYR Connect ist. SYR Connect ist ein Programm des inHaus-Partners Hans Sassenrath GmbH & Co.KG (Fraunhofer, 2016). Dieses Programm verbindet Armaturen und Steuerungselektronik mit dem Internet und untergliedert sich in die vier Felder Leckageschutz, Wasserbehandlung, Hygienekontrolle und Heizungsüberwachung. Dabei werden regelmäßig Soll- und Ist-Werte abgeglichen und analysiert, um gewisse Aktivitäten durchführen zu können (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016d).

In Bereich SYR-Leckageschutz gibt es den **SYR Safe-T Connect**. Dieser schützt die Wasserversorgung zu jeder Zeit vor Leckageschäden, indem mittels sensibler Messeinheiten und Sensoren der Wasserverbrauch gemessen wird. Diese Funktion ist daher zu vergleichen mit der eines intelligenten Wasserzählers. Durch die Eingabe der Soll-Menge des Wasserverbrauchs, fungiert der SYR Safe-T Connect wie ein Wächter und vergleicht stetig die Soll-Menge mit der Ist-Menge. Wird der Soll-Wert überschritten, so wird der Nutzer sofort informiert (beispielsweise über ein Smartphone), um Wasserverschwendungen zu vermindern oder sogar zu verhindern. Wird zum Beispiel ein ungewöhnlich hoher Verbrauch registriert oder die vorprogrammierten Soll-Werte überschritten, sperrt der Safe-T das gesamte Leitungssystem ab. Wasserschäden können dadurch zwar nicht komplett vermieden, jedoch stark reduziert werden. Ziel des SYR Safe-T Connect ist es daher, Wasserschäden vorzubeugen und im Falle eines Schadens schnell eingreifen zu können. Gleichzeitig ist das System permanent online, um die erfassten Daten ins Netz zu setzen, wo diese jederzeit eingesehen und eingestellt werden können. Eingesehen und abgerufen können die Daten vom Nutzer über zuvor genannten Assistenzfunktionen (Smartphones oder Tablets) zu jeder Zeit und von überall aus. Zusätzlich gibt es eine SYR App für iOS und Android zum Einstellen der individuellen Werte. Des Weiteren ist das System weiter ausbaufähig und kombinierbar mit anderen Lösungen des SYR Connect (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016c).

SYR-Wasserbehandlung:

Wie zuvor erwähnt, ist auch diese Lösung eine Komponente des SYR Connect und bietet die Technologie LEX 1500 Connect an, welche als intelligente Enthärtungslösung fungiert. Ziel ist dabei den Energieverbrauch zu senken und Kalkablagerungen vorzubeugen. Zusätzlich sorgt er, mit Hilfe eines Ionenaustauschverfahren, für weiches Wasser und ist ebenfalls über die SYR App steuer- und regelbar. Dabei werden härtebildende Calcium- und Magnesium-Ionen entfernt und gegen Natrium-Ionen ausgetauscht. Auch diese Lösung ist zu jeder Zeit mit dem Internet verbunden, sodass wichtige Parameter gemeldet werden können und sich die Eingangs- und Ausgangshärte, der Wasserdruck und die Restkapazität des Salzvorrates ablesen lassen (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016b).

SYR- Heizungsüberwachung:

Auch hier wird wieder eine Komponente des SYR Connect aufgegriffen, der Heizungsvollautomat 3200 Connect (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016a). Dieser sorgt für eine Wohlfühlwärme in jedem Raum bei einer optimalen Energienutzung. Zusätzlich ist die Heizungsüberwachung in der Lage, Heizungen automatisch zu Befüllen nach DIN EN 1717. Dafür messen Füllstandsensoren regelmäßig den Wasserstand und können somit die Befüllung automatisch steuern. Zusätzlich besitzt der Heizungsvollautomat eine Kartusche, die beim Befüllen das Wasser von Kalt befreit (spart wiederum Heizkosten da Kalkstein diese Kosten um bis zu ca. 10% erhöhen kann) und dabei die Wasserqualität mittels Sensoren misst (z.B. Härtegrad und pH-Wert). Gleichzeitig werden mit Hilfe eines Vorfilters Schmutzpartikel abgefangen. Online ist es dem Nutzer auf Grund von Wasserdruck- und Wasserqualitäts-Sensoren möglich, jeder Zeit die Wasserhärte und auch den Wasserdruck zu prüfen.

4.2.1.3 Effizienzsteigerung im Bereich Entsorgung

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Neben den zwei zuvor genannten Bereichen kann die Effizienz zusätzlich im Bereich Entsorgung gesteigert werden. Dabei wird der Aspekt „Müll-Abholung“ betrachtet denn hier lässt sich feststellen, dass dieser von vielen Unternehmen vernachlässigt wird. Gegenwärtig

fungieren kommunale Büros als Vermittler zwischen Unternehmen und den zuständigen Müllabfuhr-Unternehmen und deren LKW-Fahrern. Typischer Weise läuft der Vorgang so ab, dass ein Unternehmen an das zuständige kommunale Büro eine Anfrage stellt dessen Müll einzusammeln, wenn dessen Abfall-Container voll sind. Anschließend organisiert dieses Büro einen passenden LKW für die Müllabholung, der den Auftrag übernehmen soll. Probleme dabei sind jedoch, dass das kommunale Büro den genauen Standort des LKWs nicht kennt und somit keine effiziente Route planen kann. Des Weiteren erfolgt die Kommunikation sehr langsam, was wiederum die Anzahl der zu bearbeitenden Anfragen beeinflusst. Zusätzlich stehen dem Kunden, in diesem Fall dem Unternehmen, nur begrenzt Informationen bezüglich des Fortschrittes des Auftrages zur Verfügung (Bezirgiannis & Sakellariou, 2011).

IoT-Technologien als Lösungsansatz

- Füllstand-Sensoren: Messen mittels Ultraschalltechnik oder Infrarot den aktuellen Füllstand von dem jeweiligen Container.
- Temperatur-Sensoren: Messen die jeweilige Temperatur und geben Alarm, bei extrem-Werten (beispielsweise im Falle eines Feuers).
- Bewegungssensoren: Messen den aktuellen Standort und die Ausrichtung des Containers, so wird beispielsweise Alarm gegeben bei Diebstahl oder beim Umkippen.

Weitere Komponente stellt ein Server dar:

- Sammelt alle erfassten Daten und analysiert sie
- Fungiert als Schnittstelle zwischen Sensoren und Container-Besitzern
- Fungiert als Schnittstelle zwischen Sensoren und LKW-Fahrern/Müllabfuhr

Zusätzliche Komponente sind RFID-Technologien:

- Dienen der Ortung von Containern
- Dienen der Ortung von LKW-Fahrern/Müllabfuhr

Beispiele

EcoTruck:

Eine Lösung für die zuvor genannten Probleme bezüglich der Müll-Abholung soll der sogenannte „EcoTruck“ bieten. Dieser ist ein Multi-Agenten System, bestehend aus einem Kundenagenten und einem LKW-Agenten. Der Kundenagent repräsentiert das Unternehmen im System und ist für die gesamte Überwachung des Fortschrittes des Vorgangs verantwortlich. Dazu wird ein Dokument erstellt, mittels DMS, welches mit verschiedenen Daten, wie zum Beispiel abzuholende Papiermenge, gefüllt wird. Abhängig von den Daten und Anforderungen, generiert das System einen Suchlauf, indem ein LKW über RFID lokalisiert wird, der diese Anforderungen in kürzester Zeit erfüllen kann. Zusätzlich ist es dem Nutzer möglich, Informationen bezüglich des gesamten Abholungsvorgangs in Echtzeit einzusehen und hat so die Möglichkeit, zu jeder Zeit in den Vorgang eingreifen zu können. Diese Funktion wird durch eine benutzerfreundliche Oberfläche des Systems gewährleistet und kann dabei von Rechnern, als auch von mobilen Endgeräten, genutzt werden.

Der LKW-Agent dagegen repräsentiert die zuständigen LKWs und fungiert als Assistent des Fahrers mit dem Ziel, so viele Kundenanfragen wie möglich bearbeiten zu können. Der Assistent liefert dadurch dem LKW-Fahrer sämtliche Informationen in Echtzeit und passt diese an dessen Route an, zeitgleich fungiert er Navigator unter Zuhilfenahme von Google Maps, GPS und live-Verkehrsdaten. Zusammenfassend lässt sich daher sagen, dass durch dieses System, auf Seiten der Unternehmen und der LKW-Fahrer, viel Zeit und durch die Routenoptimierung zugleich Benzin gespart werden kann. Somit erfolgt eine hohe Effizienzsteigerung für beide Unternehmen (Bezirgiannis & Sakellariou, 2011).

SmartBin:

Die Technologie „SmartBin“ besteht aus drei IoT-Komponenten: (1) Füllstand-Sensoren, (2) Intelligente Überwachung und der (3) SmartBin Live Plattform.

Die IoT-Füllstand-Sensoren (2), Ultraschall- und Infrarot-Sensoren, sind komplett kabellos, haben ein geringes Gewicht und sind leicht zu montieren. Zweck dieser beiden Sensoren ist es, den Füllstand von Containern zu messen, um die Müll-Abholung zu optimieren. Zusätzlich enthalten die Sensoren eine 10 Jahre anhaltende Batterie und melden Echtzeitdaten an die SmartBin Live-Plattform und die Überwachung (SmartBin, 2016c). Diese Plattform (2) führt alle SmartBin Lösungen zusammen und enthält mehrere Funktionen, die den Vorgang, sowohl für die LKW-Fahrer, als auch für die Mitarbeiter des Unternehmens schlauer, effizienter und stressfreier gestalten. Zusätzlich fungiert sie, wie die meisten Plattformen, als Schnittstelle zwischen System und Nutzer und stellt dadurch eine Benutzerfreundliche Oberfläche zur Verfügung (SmartBin, 2016a). Die Intelligente Überwachung (1) überwacht mittels der Sensordaten den kompletten Vorgang, um die betriebliche Effizienz zu steigern. Durch diese Sensordaten ist es dieser Komponente möglich, eine Kostenanalyse zu erstellen, um Kosten zu senken und Daten bezüglich des Füllvolumens der jeweiligen Container zu analysieren. Daten hinsichtlich der Fülle können anschließend an LKW-Fahrer weitergeleitet werden, um deren Routen zu optimieren. Das spart nicht nur Zeit, sondern hilft auch dabei, den CO₂-Verbrauch zu senken (SmartBin, 2016b).

U-Dump M2M waste management sensors:

Die U-Dump M2M waste management sensors (Abfall- oder Entsorgungs-Sensoren) wurden von der Firma Urbiotica entwickelt und dienen dazu, den Behälterfüllstand mittels Ultraschalltechnik zu messen. Sie fungieren als drahtlose und autonome Sensoren, die außerhalb im Behälterdeckel des Containers installiert werden. Durch die Installation außerhalb wird zum einen eine einfache Installation gewährleistet und gleichzeitig die Sicherheit der Nutzer (in diesem Fall die Mitarbeiter des Unternehmens). Des Weiteren erkennen die Sensoren Gefahren, z.B. Temperaturanstiege im Falle eines Feuers, und alarmieren sofort die Urbiotica Softwareplattform. Diese Plattform verarbeitet die erfassten Daten, welche im Stundentakt von den Sensoren gesendet wurden. Anschließend werden diese Daten an eine Drittanwendung weitergeleitet, welche diese nutzt, um beispielsweise die Routenplanung der jeweiligen LKW-Fahrer zu optimieren, was wiederum Zeit und Kosten spart. Ein weiterer Vorteil dieser Sensoren ist, dass sie für jegliche Typen von Containern geeignet sind und auch bei unterirdisch gelagerten Containern funktionieren.

Beispielsweise wird dieses System bereits in Barcelona verwendet und es wurde prognostiziert, dass mit Hilfe von solchen IoT unterstützten Entsorgungssystemen mehr als 4 Billionen US-Dollar gespart werden können (Urbiotica, 2016b).

Enevo:

Enevo ist eine komplette Lösung für die Planung der Abfallsammlung, indem zum einen die Füllstände der Container gemessen werden und zum anderen die Routen von LKW-Fahrer optimiert werden. Gemessen werden die Füllstände mit Hilfe von Ultraschall-Sensoren und anschließend über die Cloud gesammelt. Über die Cloud können somit auch LKW-Fahrer die Daten erhalten und an ihre jeweiligen Routen anpassen. Zusätzlich melden die Sensoren unübliche Zustände, wie zum Beispiel überfüllte Container, außerplanmäßige Sammlungen (Diebstahl), Bewegungen (in Form von Umkippen) oder plötzliche Veränderungen bezüglich der Temperatur (Feuer), dem Nutzer per E-Mail oder SMS (ENEVO, 2015).

Zusammenfassend lassen sich daher folgende Vorteile der viel Lösungen ableiten:

- Automatisch generierte Fahrpläne mit optimierten Routen unterstützt durch GPS.
- Einsehen von verfügbaren LKWs, von aktuellen Verkehrsinformationen, Straßenbeschränkungen und Inhaltstypen welche der LKW einsammeln kann.
- Abrufen des aktuellen Zustandes, bezüglich der Füllstände der Container und des gesamten Vorgangs hinsichtlich der Abholung, über ein mobiles Endgerät.
- Effizienzsteigerung durch Kostenminimierung bei der Abholung.
- Reduzierung von CO₂-Emissionen, Straßenverschleiß und Fahrzeugverschleiß durch optimierte Routen.
- Optimierte Arbeitszeiten für alle Beteiligten.

ACRON 7.2:

ACRON 7.2 ist eine Softwarelösung, welche die Langzeitarchivierung, die Protokollierung und die Analyse optimiert und zugleich alle europäischen Protokollier-Pflichten erfüllt. Die Lösung dient dabei vor allem dem schnellen Auffinden von Einsparpotenzialen durch die Transparenz aller Energieflüsse und gibt dabei Auskunft über alle Kosten (öwaw, 2010). Insgesamt hilft diese Software Unternehmen dabei, die vorherig genannten Lösungen nochmals zu optimieren.

4.2.2 Unternehmerische Verantwortung optimieren

Zu dem Bereich Ökonomie gehört neben der Effizienzsteigerung auch der Aspekt, dass Unternehmen ihre Verantwortung hinsichtlich der Nachhaltigkeit optimieren müssen. Zusammenfassend lässt sich hier daher sagen, dass alle zuvor genannten Lösungen in diesem Abschnitt, neben der Effizienzsteigerung automatisch positive Nebeneffekte mit sich ziehen. Nutzt ein Unternehmen zum Beispiel selbstgewonnene erneuerbare Energien, so ist es möglich den Stromverbrauch daran anzupassen, wie viel zum derzeitigen Zeitpunkt produziert wurde. Bei einem Energie Überschuss werden daher bestimmte Geräte und Maschinen stärker ausgelastet, bei geringeren produzierten Mengen werden viele nicht benötigte Geräte abgeschaltet (LOXONE, 2016). Weiterhin wird durch die Nutzung von Smart Metern nicht nur kontrolliert wie viel Strom verbraucht wird, sondern auch welches Gerät wie viel Strom braucht. Dadurch wird ersichtlich, welche Geräte ineffizient sind und somit ausgetauscht werden müssen. Dies spart nicht nur Kosten, sondern beugt auch der Verschwendung von Energie vor (Jagstaidt et al., 2011). Zusätzlich werden durch die Lösungen, aus dem Bereich effiziente Wassernutzung, Wasserverschwendungen vermieden und somit die Ressource Wasser nachhaltig genutzt. Neben dem Aspekt der Wasserverschwendung schützen Unternehmen gleichzeitig die Umwelt, indem durch das Vorbeugen von großen Leckageschäden eine Verunreinigung des Grundwassers ausgeschlossen wird. Denn wenn ein Leck nicht schnell genug repariert wird, können schnell Unreinheiten aus den jeweiligen Rohren austreten und so das Grundwasser verschmutzen (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016c).

4.2.3 Fazit für den Nachhaltigkeits-Bereich Ökonomie

Alles in allem bietet das IoT auch für den Bereich Ökonomie viele Möglichkeiten, die Effizienz eines Unternehmens nachhaltig zu steigern, um somit viele Kosten sparen zu können. Doch auch ist wieder nennenswert, dass der Einsatz von IoT-Technologien mit Kosten verbunden ist. Daher wird auch in diesem Bereich Unternehmen empfohlen, eine Kosten-Nutzen-Analyse aufzustellen, um herauszufinden, ob der Einsatz solcher Technologien tragbar für das

Unternehmen ist. Bezüglich der Kosten ist jedoch zu sagen, dass diese oft durch eine Kombination der verschiedenen Lösungen zu senken sind, indem gleichzeitig die Effizienz gesteigert wird. Wie in Abschnitt Ökologie zuvor, ist auch hier zu beachten, dass bei weitem nicht alle Lösungen und Forschungen genannt wurden, da auch dies den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde. Daher ist nicht auszuschließen, dass es auch für weitere Anforderungen an eine nachhaltige Ökonomie, IoT-Technologien zur Unterstützung für Unternehmen gibt.

4.3 IoT-Technologien für den Nachhaltigkeits-Bereich Soziales

Allgemein wird dem Bereich soziale Nachhaltigkeit viel Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die Arbeitslosenquote sehr gering ist und die soziale Absicherung vorbildlich (Zeit Online, 2015). Dennoch gibt es auch hier einige Möglichkeiten, die sozialen Aspekte mit Hilfe von IoT-Technologien zusätzlich zu optimieren und zu stärken.

Wie zuvor werden auch in diesem Abschnitt Anforderungen aufgegriffen um zu analysieren, wie IoT-Technologien diese adressieren. Dazu liegt der Schwerpunkt zum einen darauf, optimale Arbeitsbedingungen zu gewährleisten (Abschnitt 4.3.1) und zum anderen ein effizientes Sicherheitskonzept zu nutzen (Abschnitt 4.3.2).

4.3.1 Optimale Arbeitsbedingungen

Um optimale Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter zu gewährleisten, muss zum einen für eine optimale Klimatisierung gesorgt werden und zum anderen für eine optimale Beleuchtung. Diese Anforderungen sind relevant für sämtliche Räumlichkeiten eines Unternehmens, wie auch für Lagerhallen. Auf diese zwei Grundbedingungen wird daher im Folgenden genauer drauf eingegangen.

4.3.1.1 Optimale Klimatisierung

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Eine gute Klimatisierung am Arbeitsplatz wird zum einen sichergestellt durch optimale Temperaturverhältnisse und zum anderen durch eine gute Luftqualität. Mittels IoT können Unternehmen dafür sorgen, beide Aspekte zu optimieren und somit die soziale Nachhaltigkeit zu unterstützen.

IoT-Technologien als Lösungsansatz

Die Sensoren für Temperatur, CO₂ und Luftfeuchtigkeit messen alle relevanten Daten und leiten diese an einen Server weiter. Dort werden die Daten analysiert und mit den zuvor eingegebenen Soll-Werten verglichen. Abhängig davon steuert der Server weitere Komponenten wie Heizung, Lüftung, Kühlung oder Fenster um somit die individuellen Bedürfnisse der Mitarbeiter zu erfüllen.

Beispiele

Sewi KNX Kombisensoren:

Letzte Komponente des zuvor dargestellten Firmengebäudes der Elsner Elektronik GmbH sind die Sewi KNX Kombisensoren. Zu diesen Sensoren gehören auch die drei zuvor genannten Sensoren mit den folgenden Funktionen (ElsnerElektronikGmbH, 2016e):

- CO₂-Sensoren: Messen den aktuellen CO₂-Gehalt in der Luft im jeweiligen Raum.
- Luftfeuchtigkeitssensoren: Messen die Luftfeuchtigkeit im jeweiligen Raum.
- Temperatursensoren: Messen die aktuelle Temperatur im jeweiligen Raum.

Alle drei Sensoren sollen zusammen mit den zuvor erläuterten Technologien, **Corlo Touch KNX**, **Suntracer KNX sl** und den **Aktoren KNX K**, für ein optimales Klima und individuelle Nutzer-Einstellungen sorgen (ElsnerElektronikGmbH, 2016b, 2016d, 2016f), um ein optimales Klima für jeden Raum zu gewährleisten.

Loxone Smart Home:

Das Loxone Smart Home System besteht aus vielen verschiedenen Komponenten, dabei ist der Loxone Miniserver die Hauptkomponente, denn hier werden alle Informationen und Daten gesammelt und verarbeitet. Weitere Komponenten, die relevant für den Abschnitt „Optimale Klimatisierung“ sind, sind folgende (LOXONE, 2016):

- intelligente Heizungen und Kühlungen: Sorgen für die gewünschte Temperatur, individuell für jeden Raum anpassbar.
- Temperaturfühler: Messen die Temperatur und teilen diese dem Miniserver mit.
- Co2-Sensoren: Messen die Luftqualität und benachrichtigen bei Bedarf den Nutzer.
- Smartphone/Tablet: Regelungen sind bedienbar über eine App von überall aus und zu jeder Zeit.
- Lüftung & Klima
- Feuchtigkeitssensoren: Messen die Luftfeuchtigkeit und öffnen je nach Bedarf abhängig von der Feuchte die Fenster.

4.3.1.2 Optimale Beleuchtung

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Da das Licht großen Einfluss auf das gesundheitliche Wohlbefinden ausübt, ist auch dieses ein wichtiger Bestandteil von guten Arbeitsbedingungen und einer sozialen Nachhaltigkeit. Abhängig von Helligkeit, Lichtrichtungen und Lichtfarben des Tageslichts wird der Mensch unterschiedlich stimuliert. Daher beeinflusst das Licht nicht nur die Gesundheit, sondern auch die Stimmung und Motivation der Mitarbeiter (Sagante, 2016).

IoT-Technologien als Lösungsansatz

Um für eine optimale Beleuchtung zu sorgen, sind Sensoren relevant, die die Helligkeit, Lichtrichtung, Lichtfarbe und auch Sonnenintensität messen. So können abhängig von den gemessenen Werten die Jalousienausrichtung und Lampen-Funktionen gesteuert werden, sodass die vom Nutzer definierte Beleuchtungsstärke im Raum vorhanden ist. Alle Sensoren und Aktoren sollen dabei dem Nutzer die Möglichkeit bieten, individuell die Beleuchtung zu bestimmen um eine optimale Beleuchtung am Arbeitsplatz zu gewährleisten.

Beispiele

Tageslichtlenkungssysteme:

Tageslichtlenkungssysteme erfüllen den Zweck, den Anteil von Tageslicht in Räumen zu erhöhen, welche zum Beispiel auf Grund ihrer Größe oder Lage nicht ausreichend mit Tageslicht versorgt werden. Zur Umsetzung werden hier Sensoren hinzugezogen, welche den Anteil an Tageslicht messen und abhängig von den gemessenen Werten Spiegel und Prismen so bewegen, dass der Anteil optimiert wird (Wittig-Goetz, 2011).

Beleuchtungssysteme:

Beleuchtungssysteme kombinieren die verschiedensten Sensoren mit unterschiedlichen Funktionen, um ein optimales System zu schaffen, welches die Arbeitsbedingungen

verbessert. Anbieter für ein solches System ist die Office Hoch 5 GmbH in Zusammenarbeit mit der Glamox Luxo Lighting GmbH (Office Hoch 5 GmbH & Glamox Luxo Lighting GmbH, n.d.).

Anbieter

Weitere Anbieter für einzelne Sensoren, zum Beispiel für Helligkeits- und Lichtsensoren, sind die Unternehmen ABB, Busch-Jaeger, Siemens, Hager, ELKA oder GVS (Voltus, 2016).

Projekt

Beispiel für ein Projekt in diesem Bereich ist „**ILIGHTS**“. Unter Beteiligung des Fraunhofer-inHaus-Zentrums, des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheit- und Energietechnik Umsicht, des Krankenhauses Porz am Rhein und der BMW AG München wird es geleitet und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. In diesem Projekt soll ein LED-System entwickelt werden wodurch eine individuelle und dynamische Beleuchtung, mittels der zuvor genannten IoT-Komponenten, den Nutzern zur Verfügung steht. „Das Ziel des Projektes ist es, langfristig und nachhaltig das Wohlbefinden und die Gesundheit der Mitarbeiter im Schichtbetrieb zu steigern. So können zum Beispiel Schlafstörungen künftig vermieden bzw. reduziert werden“, beschreibt Dr. Nina Kloster, Leiterin des Fraunhofer-inHaus-Zentrums, das Projekt (Sagante, 2016, S.3). Weiterhin soll das Projekt bei BMW in München unter realen Bedingungen getestet und zusätzlich durch Ärzte kontrolliert werden (Sagante, 2016).

4.3.2 Effiziente Sicherheitskonzepte

Die Sicherheit am Arbeitsplatz in einem Gebäude, bzw. Unternehmens ist von großer Bedeutung um eine soziale Nachhaltigkeit zu gewährleisten (Vereinte Nation für Umwelt und Entwicklung, 1992). Dazu werden häufig intelligente und effiziente Sicherheitskonzepte hinzugezogen, welche sich wiederum in unterschiedliche Komponenten mit verschiedenen Aufgaben untergliedern. Einige wichtige Komponenten, bzw. Technologien, werden in diesem Abschnitt vorgestellt und näher erläutert.

4.3.2.1 Brandmeldeanlagen

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Brandmeldeanlagen (BMAs) sind ein wichtiger Bestandteil eines intelligenten und effizienten Sicherheitskonzeptes. Sie dienen dazu, Feuer, Rauch und Wärme mit Hilfe von Sensoren zu erkennen und über Kabel- oder Funknetzwerke auszuwerten, um anschließend weiterführende Schutzmaßnahmen einleiten zu können (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2015).

Die BMAs müssen laut der DIN 14675 folgende sogenannte „Schutzziele“ erfüllen:

- Brände müssen bereits in der Entstehungsphase entdeckt werden.
- Eine schnelle Informierung und Alarmierung der betroffenen Nutzer muss gewährleistet werden.
- Automatische Ansteuerung von Brandschutz- und Betriebseinrichtungen.
- Eine schnelle Informierung und Alarmierung der Feuerwehr und/oder anderer hilfeleistender Stellen muss gewährleistet werden.
- Eine eindeutige Lokalisierung des Gefahrenbereiches muss angezeigt werden können.
- Es müssen bei Planung, Projektierung, Installation und Warten spezielle Vorschriften und Richtlinien eingehalten werden.

Beispiele

Lösungen, welche zuvor schon erläutert wurden, wären in diesem Zusammenhang beispielsweise die **U-Dump M2M waste management Sensoren**, welche Temperaturanstiege wahrnehmen, aber auch alle anderen Sensoren, aus dem Bereich Rauch- und Brandmelder unterstützen effiziente BMAs.

4.3.2.2 Einbruchschutz & Einbruchmeldeanlagen

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Weitere Komponente eines Sicherheitskonzeptes sind der Einbruchschutz und Einbruchmeldeanlagen (EMAs). EMAs überwachen nicht nur Personen, sondern auch Objekte und werten sämtliche Gefahrenmeldungen aus. Beide dieser Komponenten alarmieren den Nutzer im Falle von Auffälligkeiten (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2015).

IoT-Technologien als Lösungsansatz

EMAs werden durch die folgenden Komponenten unterstützt:

- Präsenzmelder: Mittels Sensoren wird die Anwesenheit von Personen geprüft, um so schnell feststellen zu können, wenn sich jemand unbefugt Zutritt verschaffen hat.
- Glasbruchmelder: Senden Signale im Falle von Glasbruch.
- RFID: lokalisiert Objekte und dient somit als Schutz vor Diebstahl, bzw. lokalisiert das gestohlene Objekt exakt und schnell.

Beispiele

Sewi KNX Kombisensoren:

Der zuvor erläuterte Präsenzmelder dient nicht nur einer energieeffizienten Schaltung des Lichts, sondern erfasst auch die Anwesenheit, von unerwünschten Personen, bzw. Personen ohne Zutrittsgenehmigung. Somit können diese zu bestimmten Zeiten auf Einbrecher schließen lassen (ElsnerElektronikGmbH, 2016e).

Loxone Smart Home:

Das zuvor genannte Loxone Smart Home bietet auch für den Bereich Einbruchschutz & Einbruchmeldeanlagen Lösungen, denn zu den zuvor genannten Komponenten kommen noch die Komponenten Bewegungsmelder/Präsenzmelder und Glasbruchmelder hinzu, die der sofortigen Alarmierung bei Gefahren oder Schäden dienen (LOXONE, 2016).

4.3.2.3 Hygienekontrollen

Probleme, die es für Unternehmen zu lösen gilt

Um die Sicherheit am Arbeitsplatz gewährleisten zu können, müssen auch Aspekte der Gesundheit beachtet werden. Dazu gehört vor allem das Vorbeugen von Bakterien und Keimen und das Einhalten der Trinkwasserverordnung.

IoT-Technologien als Lösungsansatz

- Wassertempersensoren & Wasserqualität-Sensoren: Messen die Temperatur und Qualität des Wassers um beispielsweise zu verhindern, dass sich weder Bakterien noch Keime bilden. Senden zudem erfasste Daten an eine Plattform.
- Server: Abhängig von den gesendeten Daten, leitet die Softwarelösung regelmäßige Spülungen des Wassers ein und fungiert als Schnittstelle zwischen System und Nutzer.

Dadurch ist es dem Nutzer möglich alle erfassten Daten stetig einzusehen um schnell eingreifen zu können und einen guten Überblick der Ist-Werte zu erhalten.

Beispiel

Beispiel für eine Technologie, die die zuvor genannten IoT-Technologien verwendet, ist das **Hygienemodul HM Connect**. Auch diese Lösung gehört zu dem System SYR Connect und steuert regelmäßige Hygienespülungen und misst die Wassertemperatur, um somit Legionellen-Infektionen vorzubeugen. Durch diese regelmäßigen Durchspülungen und Kontrollen der Wassertemperatur werden Keime und Bakterien nachhaltig entfernt und ein Vermehren dieser wird erst gar nicht ermöglicht. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn Leitungen nicht stetig genutzt werden, zum Beispiel in den Ferien oder bei selten aufgesuchten Toiletten. Gleichzeitig wird durch diese Lösung die Trinkwasserverordnung eingehalten und durch die Anbindung ans Internet werden sämtliche Zustände dokumentiert und kontrolliert. Aber auch alle relevanten Daten werden sofort gemeldet, um ein schnelles Eingreifen zu ermöglichen. Gleichzeitig hat man einen guten Überblick über alle Spülintervalle und eingestellten Aufgaben und Werte. Die Lösung wiederum unterteilt sich daher in HM-k für Kaltwasserleitungen, HM-m für Warmwasserleitungen und HM-kw für Kalt- und Warmwasserleitungen (Hans Sassenrath GmbH & Co.KG, 2016e).

4.3.3 Fazit für den Nachhaltigkeits-Bereich Soziales

Das IoT bietet für den Bereich Soziales viele Vorteile und Möglichkeiten zur Optimierung. Zudem haben die in diesem Abschnitt vorgestellten Lösungen großen Einfluss auf die Motivation und das Wohlbefinden der Mitarbeiter. Daher spielt es für Unternehmen eine besonders große Rolle, denn je motivierter die Mitarbeiter sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich dies positiv auf deren Leistung und Produktivität auswirkt. Aber auch Aspekte, wie Sicherheit, sorgen für ein gutes Arbeitsklima von dem alle Beteiligten profitieren. Um jedoch die höchstmögliche Sicherheit gewährleisten zu können, ist es auch hier von Vorteil, die verschiedenen Komponenten und deren Sensoren miteinander zu kombinieren (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2015). Dennoch sollten auch hier die Kosten wieder dem Nutzen gegenübergestellt werden und nicht unbeachtet bleiben. Denn auch diese sind für die Anschaffung vieler Sensoren und Systeme sehr hoch und der Einsatz solcher Technologien bringt zusätzlich einige Herausforderungen (Abschnitt 5) mit sich. Wie in den vorherigen Nachhaltigkeits-Bereichen wurden auch hier nicht alle Lösungen und Technologien vorgestellt, die existieren daher ist nicht auszuschließen, dass es noch weitere Technologien zur Unterstützung einer sozialen Nachhaltigkeit gibt.

4.4 Smart Building

Wie im Vorherigen nur wenig schwer zu erkennen ist, überschneiden sich viele Lösungen. Das bedeutet, dass viele Lösungen mehrere Anforderungen erfüllen und sich daher auch oft untereinander gut kombinieren lassen, um die Nutzung zu optimieren. Daher ist in diesem Kontext der Begriff „Smart Building“ nennenswert, denn unter Smart Buildings versteht man eine Kombination aus vielen Teilsystemen. Zu diesen Teilsystemen gehören (Strese et al., 2010):

- Heizung
- Lüftung/Klima
- Sanitär
- Elektrik

- Energiemanagement
- Licht
- Zutritt
- Überwachung
- Notfall
- Metering
- Umwelt

Die Steuerung dieser Teilsysteme und der einzelnen Technologien erfolgt dabei in der Regel über mobile Endgeräte, wie Smartphones (3.4.6) oder Tablets, und wird mittels einer eigenen App unterstützt. Die Datenübertragung kann dabei drahtgebunden, beispielsweise über die lokale Stromversorgung, oder auch drahtlos, über WLAN oder Bluetooth erfolgen. Dabei geht der Trend jedoch immer stärker Richtung drahtloser Steuerung (Strese et al., 2010).

Im Bereich Smart Building gibt es zudem die DIN EN ISO 16484 Gebäudeautomation, welche eine Weltnorm für die Gebäudeautomation darstellt. „Zusätzlich ist sie ein Überbegriff für sämtliche Einrichtungen, Software und Dienstleistungen zur automatischen Überwachung, Steuerung, Regelung, Betriebsoptimierung, Bedienung und Management von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung in einem oder mehreren Gebäuden.“ (Wosnitza & Hilgers, 2012b).

Nennenswert in diesem Kontext sind auch „Fabriken des 21. Jahrhundert“, denn so bezeichnet man Data Center, die mit Hilfe von intelligenten Beleuchtungs- und Kältesteuerung viel Energie einsparen. Gewährleistet wird dies durch eine intelligente Gebäudesteuerung und ist somit besonders energieeffizient (Iten, 2016).

5 Herausforderungen durch das Internet of Things

Durch die ständige Internetanbindung und auch durch die Nutzung einer Cloud spielt Datensicherheit eine große Rolle und auch die Privatsphäre, vor allem die des Kunden, werden immer wichtiger und verdienen somit eine hohe Aufmerksamkeit (Ganz, 2016). Vor allem durch die ständige Nutzung von privaten Gegenständen, welche gleichzeitig sämtliche individuelle Daten speichern, stellen diese eine potenzielle Gefahr auf unautorisierten Zugriff dar (Niu et al., 2016). Aber nicht nur die Privatsphäre ist ein wichtiger Aspekt, sondern auch Infrastrukturen, wie Wasser- und Energieversorgungsnetze. Solche Netze werden über das Internet vernetzt, um dessen Verbrauch zu messen, und deren Schutz vor Cyberangriffen spielt somit eine wichtige Rolle (McKinsey&Company, 2015). Alles in allem muss verantwortungsvoll mit den erfassten Daten umgegangen und ein Fernzugriff von unautorisierte Eindringlingen ausgeschlossen werden (Pelino & Gillett, 2015).

Eine weitere Herausforderung, die durch das IoT entstehen sind die großen Datenmengen die anfallen. Solche Datenmengen steigen häufig exponentiell an wodurch es für viele herkömmliche Datenablagen und Datenarchitekturen schwierig wird, diese den Anforderungen entsprechend zu managen. Zugleich ist bekannt, dass eine Wertschöpfung der gesammelten Daten erst dann erfolgen kann, wenn diese mit anderen Informationen kombiniert werden. Dies ist jedoch nicht jedem System schnell möglich, daher müssen viele Informationen gesammelt werden, um zutreffenden Vorhersageprognosen erstellen zu können, was zu noch größeren Datenmengen führt (Huber & Kaiser, 2015).

Die nächste Herausforderung, die sich durch das IoT ergibt sind geräte- und plattformunabhängige Entwicklungen von Applikationen für das IoT. Durch die Heterogenität von vielen Betriebssystemen, Hardware-Plattformen und Sensoren wird die Entwicklung von einer Software verkompliziert (Prehofer, 2014). Beispielsweise entstehen Probleme im Bereich IoT-Plattformen (Abschnitt 1.4.1), indem viele Anbieter unterschiedliche Lösungsansätze präsentieren. Dadurch sind nicht alle IoT-Geräte miteinander kompatibel und es entstehen Herausforderungen bezüglich der Konnektivität der Geräte und Technologien (Gartner, 2015). Analysten von Forrester Research betonen dabei allerdings, dass sich dieses Problem bis 2020 lösen wird, indem sich eine Stabilität auf dem Plattform-Markt entwickeln wird (Pelino & Gillett, 2015). Zusammenfassend soll bezüglich dieser Herausforderung eine kompatible Nutzung der einzelnen Technologien ermöglicht werden, um einen größtmöglichen Nutzen zu gewährleisten.

Zusätzliches Problem, was sich durch den Einsatz von IoT ergibt, ist die Sicherheit von Applikationen und Systemen. In Zukunft wird es möglich sein, Software wie Apps auf Geräten zu laden. Eine Software hat im Gegensatz zu einer App jedoch mehr Aufgaben, wie zum Beispiel Steuerungsaufgaben zu übernehmen. Dadurch entstehen mehr Anforderungen an die Sicherheit einer Software bezüglich Sicherheitsangriffen und Viren (Prehofer, 2014). Genauer bedeutet dies, dass die App keinen Schaden anrichten darf.

Weitere Hürde stellt der Mangel an Fachkräften dar, denn um IoT-Projekte effizient managen zu können, bedarf es gewissen Fähigkeiten und Fachwissen (Maier, 2016).

Zusätzlich sind die Kosten der IoT-Technologien relativ hoch, daher ist es notwendig, dass diese weiter sinken um eine vollständige Marktdurchdringung zu ermöglichen

(McKinsey&Company, 2015). Beispielsweise liegen die Kosten von RFID-Transpondern zwischen 0,30€ - 35€ pro Stück, für die jeweiligen Lesegeräte zwischen 50€ - 5.000€ pro Stück und für den Controller zwischen 500€ - 2.000€ pro Stück. Insgesamt lässt sich diesbezüglich sagen, dass das günstigste Leistungspaket bei etwa 2.250€ liegt (RFID BASIS, 2015). Aber auch Kosten für Sensoren und Aktoren können je nach Reichweite und Funktionalität relativ hoch sein. Beispielsweise liegen die Kosten für die Lösung Suntracer KNX sl, welche Sensoren für Helligkeit, Wind, Niederschlag, Temperatur, Luftdrucksensor, UND-Logik- und ODER-Logik-Gatter zur Verknüpfung enthalten, bei rund 722€, für die einzelnen Sensoren bei ca. 150€ im Durchschnitt (ElsnerElektronikGmbH, 2016c).

Letzter Aspekt der zu beachten ist, ist, dass die Politik und die Gesellschaft eine Nutzung und Umsetzung von IoT-Projekten unterstützen müssen. Dabei sollte sich die Politik wichtigen Fragen und Regelungen widmen um eine Einführung zu ermöglichen. Zudem muss die Gesellschaft eine gewisse Akzeptanz mit sich bringen, um die vielen Vorteile, vor allem hinsichtlich der Nachhaltigkeit, die IoT-Technologien ermöglichen, zuzulassen zu können (McKinsey&Company, 2015).

6 Fazit

Wie zu Beginn dieser Arbeit erwähnt, wurden die zwei Themen unternehmerische Nachhaltigkeit und das Internet of Things untersucht und analysiert. Resultierend aus dieser Untersuchung lässt sich nun feststellen, dass das Thema Nachhaltigkeit von großer Wichtigkeit für die Gesellschaft und Unternehmen ist. Zusätzlich wird eine Beachtung der Nachhaltigkeit von der Gesellschaft zunehmend verlangt, demzufolge wird die Relevanz des Themas für Unternehmen untermauert. Darauf aufbauend konnte schließlich die erste Forschungsfrage beantwortet werden, indem ein tabellarischer Überblick (Tabelle 2, Unterkapitel 2.3.4), über die Anforderungen einer nachhaltigen Unternehmensführung hinsichtlich der Bereiche: Ökologie, Ökonomie und Soziales, gegeben wurde. Gleichzeitig gewinnt das Thema Internet of Things immer größere Aufmerksamkeit und bietet viele verschiedene Lösungen für unterschiedlichste Bereiche. Somit sind IoT-Technologien nicht nur von Vorteil für den privaten Gebrauch, sondern bieten auch für Unternehmen eine große Anzahl an Möglichkeiten zur Optimierung der Effizienz und Produktivität.

Aufbauend auf den gewonnenen Informationen wurde anschließend untersucht, wie sich die zwei Themen kombinieren lassen, bzw. wie IoT Unternehmen in einer nachhaltigen Führung unterstützen kann. Betrachtet man nun die in dieser Arbeit vorgestellten IoT-Technologien, so lässt sich feststellen, dass für viele Anforderungen Lösungen existieren, die eine ökonomische, ökologische und soziale Unternehmensführung unterstützen. Somit lässt sich auch die zweite Forschungsfrage beantworten. Nach Betrachtung der Tabelle 2 (2.3.4) ist erkennbar, dass für viele Anforderungen keine Lösungen vorgestellt wurden. Dies liegt daran, dass eine Untersuchung der restlichen Anforderungen den Rahmen dieser Arbeit überschritten hätten. Weiterführend wäre es daher von großem Interesse zu analysieren, in wie fern IoT die anderen Anforderungen adressiert. Zusätzlich wäre eine vertiefende Untersuchung der Anforderung „Bekämpfung von Umweltproblemen und Erhalt der Natur“ (Townsend et al., 2009) lohnend. Dazu gehören weitere Aspekte, wie zum Beispiel Wasserknappheit, da diese für die Zukunft immer bedeutsamer werden.

Zusätzlich entstehen einige Herausforderungen mit denen sich auseinandergesetzt werden muss, zum Beispiel in Bezug auf die Datensicherheit und Privatsphäre, damit ein erfolgreicher Einsatz von IoT-Technologien möglich wird. Auch Hindernisse bezüglich der Umsetzung mancher Systeme müssen durch stärker betriebene Forschungen gelöst werden. Es entstehen jedoch nicht nur technische Anforderungen, sondern auch gesellschaftliche Herausforderungen, wie eine Konfrontation mit den Themen, um eine Nutzung der Lösungen zu gewährleisten. Dadurch konnte abschließend auch die dritte und letzte Forschungsfrage beantwortet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Chancen die Herausforderungen überwiegen und IoT somit eine gute Lösung darstellt, Unternehmen in ihrer Nachhaltigkeit zu unterstützen. Mit der Nutzung unserer begrenzten Ressourcen müssen sich Unternehmen, als auch Einzelpersonen, in Zukunft intensiver auseinandersetzen, um weiterhin eine hohe Lebensqualität gewährleisten zu können.

Referenzen

- 360report GmbH. (2015). Kostensenkung und Effizienzsteigerung im Unternehmen. Retrieved December 7, 2016, from <http://www.360report.org/de/artikel/kostensenkung-und-effizienzsteigerung-im-unternehmen.html>
- Aachener Stiftung Kathy Beys. (2015a). Lexikon der Nachhaltigkeit | Definitionen | Hans Carl von Carlowitz, 1713. Retrieved October 31, 2016, from https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/hans_carl_von_carlowitz_1713_1393.htm
- Aachener Stiftung Kathy Beys. (2015b). Lexikon der Nachhaltigkeit | Definitionen | Kritische Beleuchtung der Drei Säulen Konzepte. Retrieved October 31, 2016, from https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_d_kritische_beleuchtung_der_drei_saeulen_konze_1542.htm
- Aachener Stiftung Kathy Beys. (2015c). Lexikon der Nachhaltigkeit | Politik | Club of Rome: Grenzen des Wachstums, wie alles begann. Retrieved October 31, 2016, from https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/entstehung_des_berichtes_541.htm
- Angerer, T., Luidold, S., Schnideritsch, H., & Antrekowitsch, H. (2012). RFID-Reststoff-Anfall und Recyclingpotenziale der Metallanteile. *Berg- Und Hüttenmännische Monatshefte*, 157(1), 14–19. Retrieved from <http://download.springer.com/static/pdf/97/art%3A10.1007%2Fs00501-012-0052-5.pdf?originUrl=http://link.springer.com/article/10.1007/s00501-012-0052-5&token2=exp=1479839348~acl=/static/pdf/97/art%253A10.1007%252Fs00501-012-0052->
- Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” Thing. *RFID Journal*. Retrieved from [http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That Internet of Things Thing.pdf](http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things.pdf)
<http://npapers3://publication/uuid/8191C095-0D90-4A17-86B0-550F2F2A6745>
- Baran, P. (1964). On Distributed Communications: Introduction to distributed communications networks, 1–51.
- Bassen, A., Jastram, S., & Meyer, K. (2005). Corporate Social Responsibility - Eine Begriffserläuterung. *Zeitschrift Für Wirtschafts- Und Unternehmensethik*, 6(2), 231–236. <http://doi.org/10.1002/csr.069>
- Baums, T. (2001). *Bericht der Regierungskommission Corporate Governance: Unternehmensführung, Unternehmenskontrolle, Modernisierung des Aktienrechts*. Köln: Verlag Dr. Otto Schmidt Köln.
- Berners-Lee, T. (1989). Information Management : A Proposal, 1–11. Retrieved from <https://www.w3.org/History/1989/proposal.html>
- BertelsmannStiftung. (2015). Industriestaaten drohen neue UN-Nachhaltigkeitsziele zu verfehlen. Retrieved November 12, 2016, from <https://www.bertelsmannstiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2015/september/industriestaaten-drohen-neue-un-nachhaltigkeitsziele-zu-verfehlen/>
- Betz, J., & Kübler, H.-D. (2013). Handlungsfelder von Internet Governance. In *Internet Governance* (pp. 97–233). Springer Fachmedien Wiesbaden. <http://doi.org/10.1002/9781118290743.wbiedcs141>
- Bezirgiannis, N., & Sakellariou, I. (2011). ECOTRUCK: An agent system for paper recycling. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 364 AICT(PART 2), 303–312. http://doi.org/10.1007/978-3-642-23960-1_37
- bifne. (2011). bifne - Vision. Retrieved October 31, 2016, from <http://www.bifne.de/vision.html>

- bionik-vitrine. (2013). HGF-Ansatz. Retrieved December 4, 2016, from <http://www.bionik-vitrine.de/hgf-ansatz.html>
- BMWi. (2010a). Corporate Citizenship - Engagement mittelständischer Unternehmen. Retrieved November 6, 2016, from <http://web.archive.org/web/20100819092006/http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Mittelstand/corporate-citizenship,did=60666.html>
- BMWi. (2010b). Corporate Citizenship - Erste Schritte. Retrieved November 6, 2016, from <http://web.archive.org/web/20101120112101/http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Mittelstand/corporate-citizenship,did=314874.html>
- BMWi. (2010c). Corporate Citizenship - Warum Corporate Citizenship. Retrieved November 6, 2016, from <http://web.archive.org/web/20101120111718/http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Mittelstand/corporate-citizenship,did=314868.html>
- BMWi. (2010d). Corporate Citizenship - wie? Retrieved November 6, 2016, from <http://web.archive.org/web/20101120112339/http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Mittelstand/corporate-citizenship,did=314870.html>
- Bojanowski, A. (2015). Die Welt einigt sich auf historischen Klimavertrag. Retrieved September 26, 2016, from <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/uno-beschliesst-welt-klimavertrag-historisches-abkommen-a-1067513.html>
- Brauner, G. (2015). Smart Energy: Herausforderungen an eine interdisziplinäre Zukunft. *E & I Elektrotechnik Und Informationstechnik*, 132(3), 179–179. <http://doi.org/10.1007/s00502-015-0300-y>
- Bremmer, M. (2016). Intelligente Fahrassistenzsysteme: BMW forscht mit IBM im Münchner Watson IoT Hauptquartier - computerwoche.de. Retrieved December 18, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/bmw-forscht-mit-ibm-im-muenchner-watson-iot-hauptquartier,3329067>
- Buhl, H. U., & Jetter, M. (2009). Die Verantwortung der Wirtschaftsinformatik für unseren Planeten. *Wirtschaftsinformatik*, 51(4), 317–321. <http://doi.org/10.1007/s00287-009-0325-x>
- BUND, & MISEREOR. (1996). *Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung*. Birkhäuser Verlag.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2016). Energiewende - Umschalten auf Zukunft. Retrieved September 21, 2016, from <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html>
- Campbell, A. T., Eisenman, S. B., Lane, N. D., Miluzzo, E., & Peterson, R. a. (2006). People-centric urban sensing. *Proceedings of the 2nd Annual International Workshop on Wireless Internet - WICON '06*, 18–31. <http://doi.org/10.1145/1234161.1234179>
- Chang, H.-C. (2016). An integrated testing system for IPv6 and DNSSEC. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*. <http://doi.org/10.1186/s13638-016-0675-4>
- Churchill. (1974). Towards a Theory for Social Accounting. *Sloan Management Review*, 15(3), 1–17.
- Conway-beaulieu, J., Athaide, A., Jalali, R., & El-khatib, K. (2015). Smartphone-based Architecture for Smart Cities. *DIVANet '15*, 79–83. <http://doi.org/10.1145/2815347.2826698>
- Döring, R., & Ott, K. (2001). Nachhaltigkeitskonzepte. *Zeitschrift Für Wirtschafts- Und Unternehmensethik (Zfwu)*, 3, 315–339. Retrieved from http://www.zfwu.de/fileadmin/pdf/3_2001/OttDoering.pdf
- E.ON Energie Deutschland GmbH. (2016). E.ON Aura: Profitieren Sie von Solarenergie -

- produzieren Sie Ihren eigenen Ökostrom. Retrieved October 7, 2016, from <https://www.eon.de/pk/de/solar/aura/vorteile.html>
- Ehrenstein, C. (2015). Abfall: Deutsche sind Europameister im Müll-Produzieren. Retrieved November 12, 2016, from <https://www.welt.de/politik/deutschland/article147664176/Deutsche-sind-Europameister-im-Muell-Produzieren.html>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016a). Automation im Firmengebäude - Firmengebäude mit nutzerorientierter Gebäudetechnik. Retrieved November 16, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/de/unternehmen/firmengebäude/>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016b). Corlo Touch KNX Touch-Display. Retrieved November 16, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/shop/de/corlo-touch-knx-knx-touch-display.html>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016c). KNX-Bussystem | Sensoren Außen (Wetter). Retrieved December 15, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/shop/de/produkte-shop/knx-bussystem/sensoren-aussen-wetter.html>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016d). KNX K - KNX-Heizungs-/Kühlungsaktoren. Retrieved November 16, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/shop/de/produkte-shop/knx-bussystem/aktoren/knx-k.html>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016e). Sewi KNX - KNX-Kombisensoren. Retrieved November 16, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/shop/de/produkte-shop/knx-bussystem/sensoren-innen/sewi-knx.html>
- ElsnerElektronikGmbH. (2016f). Suntracer KNX sl - KNX-Wetterstation. Retrieved November 16, 2016, from <http://www.elsner-elektronik.de/shop/de/produkte-shop/knx-bussystem/sensoren-aussen-wetter/suntracer-knx-gps.html>
- Elster Water Metering. (2016). Elster - Service - Unsere Wasserzähler - Langlebige Technik. Retrieved December 8, 2016, from <https://www.elstermetering.com/de/unsere-wasserzaehler?name=&hidden=businessUnit&businessUnit=6&hidden=region®ion=4&country=68&country=177&country=10&page=0&layout=list&lang=de&fid=B0BE94C8FFC46E0985D68A09733E46F&ts=201612884945628#productSearchFilter>
- ENEVO. (2015). Optimising Waste Collection. Retrieved November 9, 2016, from <http://www.enevo.com/>
- Enquete-Kommission. (1998). Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung". *Deutscher Bundestag - 13. Wahlperiode*, 1–252. <http://doi.org/10.1007/BF02937559>
- Erdmann, L., & Hilty, L. M. (2009). Einfluss von RFID-Tags auf die Abfallentsorgung, Studie im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- evonet. (2016). Zeitleiste - 1968. Retrieved November 1, 2016, from <http://evonet.mi.fh-offenburg.de/de/zeitleiste/1968.php>
- Filser, S., Hafermann, J., Helbig, T., Klar, P., Obermeier, C., & Tekles, N. (2011). Müll als Ressource - ein Projekt der TUM: Junge Akademie - Abschlussbericht, 1–42.
- Forst, M. (2016). Bald sind sie Pflicht: Was Sie jetzt über intelligente Stromzähler wissen müssen. Retrieved September 26, 2016, from http://www.focus.de/immobilien/energiesparen/elektro/intelligente-stromzaehler-fuer-die-energie-wende-bald-sind-sie-pflicht-was-sie-jetzt-ueber-intelligente-stromzaehler-wissen-muessen_id_5349403.html
- Fox, D. (2010). Smart Meter. *Datenschutz Und Datensicherheit - DuD*, 34(6), 408–408.

- <http://doi.org/10.1007/s11623-010-0115-2>
- Fraunhofer. (2016). Auszeichnung für vernetztes Trinkwassermanagement. Retrieved September 27, 2016, from <http://www.inhaus.fraunhofer.de/de/ueber-uns/news.html>
- Friedewald, M., & Kimpeler, S. (2002). Das Netz der Netze. *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research*, 1, 129–133.
- Ganz, C. (2016). Das Internet der Dinge, Dienstleistungen und Menschen. *Informatik-Spektrum*. <http://doi.org/10.1007/s00287-016-0963-8>
- Gartner. (2007). Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions. Pressemitteilung vom 26.04.2007, Stamford, Connecticut. Retrieved November 30, 2016, from <http://www.gartner.com/newsroom/id/503867>
- Gartner. (2015). Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2016. Retrieved December 14, 2016, from <http://www.gartner.com/newsroom/id/3143521>
- Gehrlein, U. (2004). *Nachhaltigkeitsindikatoren zur Steuerung kommunaler Entwicklung*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gharavi, H., & Ghafurian, R. (2011). Smart Grid: The Electric Energy System of the Future. *Proceedings of the IEEE*, 99(6), 917–921. <http://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2124210>
- Gil-Garcia, J. R., & Aldama-Nalda, A. (2013). Smart city initiatives and the policy context. *Proceedings of the 7th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance - ICEGOV '13*, (3655), 234–237. <http://doi.org/10.1145/2591888.2591931>
- Grosinger, J., & Bösch, W. (2016). RFID Technologies: Ausgewählte Netzwerk-, Weiterbildungs- und Forschungsaktivitäten in Österreich. *E & I Elektrotechnik Und Informationstechnik*, 133(3), 153–154. <http://doi.org/10.1007/s00502-016-0408-8>
- Großmann, H. P., & Hölting, G. A. (1998, September). Internetworking — Vom Nutzen der Netze. *LOMI Universität Ulm*, 1–14.
- Hall, M. (2016). RFID-Hotspot Steiermark. *E & I Elektrotechnik Und Informationstechnik*, 133(3), 155–156. <http://doi.org/10.1007/s00502-016-0402-1>
- Haller, S., Karnouskos, S., & Schroth, C. (2009). The Internet of Things in an Enterprise Context. In *Future Internet - FIS 2008* (pp. 14–28). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-00985-3_2
- Hans Sassenrath GmbH & Co.KG. Heizungsvollautomat 3200 Connect . Komfortable Sicherheit „ online “:Überwachung, Befüllung, Leckageschutz (2016).
- Hans Sassenrath GmbH & Co.KG. LEX 1500 Connect . Die zeit- und mengengesteuerte Enthärtungsanlage mit „ Köpfchen “. (2016).
- Hans Sassenrath GmbH & Co.KG. Safe-T Connect. Der intelligente Online-Leckageschutz für das Einfamilienhaus (2016).
- Hans Sassenrath GmbH & Co.KG. (2016d). SYR Connect - Water goes wireless. Retrieved September 27, 2016, from <http://syr-connect.de/>
- Hans Sassenrath GmbH & Co.KG. Wir haben was gegen Stillstand. Hygienemodul HM Connect: die Spülstation für größere Gebäude. (2016).
- Harmer, L. (2014). It’s here! The Internet of Things & Connected Home. Retrieved from <http://www.control4.com/blog/2014/03/the-internet-of-things-and-the-connected-home>
- Hasso-Plattner-Institute. (2006). Erster nationaler IT-Gipfel am Hasso-Plattner-Institut in Potsdam. Retrieved November 2, 2016, from <https://hpi.de/pressemitteilungen/2006/erster-nationaler-it-gipfel-am-hasso-plattner-institut-in-potsdam.html>
- Hauff, V. (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*.

- Hexel, D. (2012). 10 Jahre Corporate Governance in Deutschland, (67), 334–338.
- Hill, J. (2016). IDC-Studie zum Internet der Dinge: Deutsche Unternehmen verkennen IoT-Potenzial - computerwoche.de. Retrieved December 18, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/deutsche-unternehmen-verkennen-iot-potenzial,3327012>
- Huber, D., & Kaiser, T. (2015). Wie das Internet der Dinge neue Geschäftsmodelle ermöglicht. *HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik*, 52(5), 681–689. <http://doi.org/10.1365/s40702-015-0169-6>
- IDG Business Media GmbH. (2016a). Android Things: Google startet neue Plattform fürs Internet der Dinge - computerwoche.de. Retrieved December 18, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/google-startet-neue-plattform-fuers-internet-der-dinge,3328885>
- IDG Business Media GmbH. (2016b). Komplementäre Lösungen: SAP eröffnet Start-up-Zentrum für IoT in Berlin - computerwoche.de. Retrieved December 18, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/sap-eroeffnet-start-up-zentrum-fuer-das-internet-der-dinge-in-berlin,3328725>
- Iten, U. (2016). Rechenzentren werden grüner mit Siemens - Data Center. Retrieved November 30, 2016, from <https://www.siemens.com/customer-magazine/de/home/gebaeude/data-centers/rechenzentren-werden-gruener-mit-siemens.html>
- Jagstaidt, U. C. C., Kossahl, J., & Kolbe, L. M. (2011). Smart Metering Information Management. *Business & Information Systems Engineering*, 3(5), 323–326. <http://doi.org/10.1007/s12599-011-0173-5>
- Jörissen, J., Kopfmüller, J., & Brandl, V. (1999). *Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung*. Forschungszentrum Karlsruhe. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Retrieved from <http://www.itas.kit.edu/pub/v/1999/joua99a.pdf>
- Kagermann, H. (2016). Dossier Zukunft des Industriestandorts. Retrieved November 2, 2016, from <http://www.acatech.de/de/aktuelles-presse/dossiers/dossier-zukunft-des-industriestandorts.html>
- Kagermann, H., & Leukert, B. (2015). How the Internet of Things and Smart Services Will Change Society. Retrieved November 1, 2016, from <https://open.sap.com/courses/iot1?locale=de>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. acatec - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.
- kamstrup. (2016). Wasserzähler - Höchste Präzision dank intelligenter Wasserzählung. Retrieved November 13, 2016, from <https://www.kamstrup.com/de-de/products-and-solutions/water-meters>
- Kilian, T. (2016). *Struktur der Medienmärkte*. Thomas Kilian.
- Kurz, R., & Wild, W. (2015). Nachhaltigkeit und Unternehmen. *Uwf UmweltWirtschaftsForum*, 23(4), 323–328. <http://doi.org/10.1007/s00550-015-0379-y>
- Kurzlechner, W. (2015). Forrester über Internet of Things: Dynamisches Chaos im IoT-Markt - cio.de. Retrieved December 14, 2016, from <http://www.cio.de/a/dynamisches-chaos-im-iot-markt,3108306>
- Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., ... Wolff, S. (2009). Brief History of the Internet. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(5), 12–18. Retrieved from <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet#Authors>

- Ley, W. (2001). Die ökologische Dimension der Psychoanalyse und das Konzept der inneren Nachhaltigkeit. *Forum Der Psychoanalyse*, 17(1), 1–19.
<http://doi.org/10.1007/s004510100079>
- Licklider, J. C. R. (1960). Man-Computer Symbiosis*. *IRE TRANSACTIONS ON HUMAN FACTORS IN ELECTRONICS*, 4, 1–14. <http://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259>
- Licklider, J. C. R. (1963). Topics for Discussion at the Forthcoming meeting. *Advanced Research Projects Agency*, 1–9. <http://doi.org/10.1163/157005863X00357>
- Liebl, J. (2016). Mobilität nachhaltig gestalten. *ATZ - Automobiltechnische Zeitschrift*, 118(2), 82–82. Retrieved from
<http://download.springer.com/static/pdf/775/art:10.1007/s35148-015-0201-8.pdf?originUrl=http://link.springer.com/article/10.1007/s35148-015-0201-8&token2=exp=1474878259~acl=/static/pdf/775/art%3A10.1007%2Fs35148-015-0201-8.pdf?originUrl=http://>
- Lischka, K. (2009). IT-Legenden: Wie Tim Berners-Lee das Web erfand. Retrieved November 2, 2016, from <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/it-legenden-wie-tim-berners-lee-das-web-erfand-a-610257.html>
- LOXONE. (2016). Loxone Smart Home - Leben mit Autopilot. Retrieved October 12, 2016, from <http://www.loxone.com/dede/start.html>
- Maaß, F. (2005). Corporate Citizenship als partnerschaftliche Maßnahme von Unternehmen und Institutionen - Eine Untersuchung der Erscheinungsformen und Determinanten von Kooperationen im zivilgesellschaftlichen Bereich. In *Jahrbuch zur Mittelstandsforschung 1/2005* (pp. 67–129). Wiesbaden: Insitut für Mittelstandsforschung Bonn.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164–173.
<http://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Maier, F. (2016). Internet of Things: Die wichtigsten IoT-Skills für Unternehmen - cio.de. Retrieved December 15, 2016, from <http://www.cio.de/a/die-wichtigsten-iot-skills-fuer-unternehmen,3257782>
- Marwedel, P., & Gonsio, G. (2008). Jenseits von Science Fiction : Wie der IT-Einsatz den CO 2 -Ausstoss beeinflusst, 1–6.
- Mattern, F., & Flörkemeier, C. (2010). Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik-Spektrum*, 33(2), 107–121. <http://doi.org/10.1007/s00287-010-0417-7>
- McKinsey&Company. (2015). McKinsey-Studie: Internet der Dinge kann 2025 weltweit bis zu 11 Billionen Dollar Mehrwert schaffen. Retrieved December 15, 2016, from <https://www.mckinsey.de/internet-der-dinge-kann-2025-weltweit-bis-zu-11-billionen-dollar-mehrwert-schaffen>
- Molitor, R., & Nischwitz, G. Kommunikation für eine nachhaltige Entwicklung in der Region (2002).
- Niebel, D., Kopp, G., & Beerfeltz, H.-J. (2013). Informations-und Kommunikationstechnologien (IKT). *Informations- Und Kommunikationstechnologien (IKT)*, 1–34. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-6073-2_13
- Niu, J., Jin, Y., Lee, A. J., Sandhu, R., Xu, W., & Zhang, X. (2016). Panel Security and Privacy in the Age of Internet of Things: Opportunities and Challenges. *Proceedings of the 21st ACM on Symposium on Access Control Models and Technologies - SACMAT '16*, 49–50.
<http://doi.org/10.1145/2914642.2927920>
- Office Hoch 5 GmbH, & Glamox Luxo Lighting GmbH. (n.d.). Die korrekte Beleuchtung für Büros.

- öwaw. (2010). Produkte. *Österreichische Wasser- Und Abfallwirtschaft*, 62(7), 33–38.
Retrieved from <http://download.springer.com/static/pdf/681/art:10.1007/s00506-010-0227-9.pdf?originUrl=http://link.springer.com/article/10.1007/s00506-010-0227-9&token2=exp=1478713233~acl=/static/pdf/681/art%3A10.1007%2Fs00506-010-0227-9.pdf?originUrl=http://>
- Paschotta, D. R. (2016). Energiespeicher und Stromnetze - was braucht die Energiewende?
Retrieved December 8, 2016, from https://www.energielexikon.info/energiespeicher_und_stromnetze.html
- Pelino, M., & Gillett, F. E. (2015). *Internet-Of-THings Software Platforms Simplify Transformation Of Business Operations*. Retrieved from <https://www.forrester.com/report/InternetOfThings+Software+Platforms+Simplify+Transformation+Of+Business+Operations/-/E-RES117802>
- Petty, C. (2015, August 31). The Internet of Things and the Enterprise. *Gartner*. Retrieved from <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-internet-of-things-and-the-enterprise/>
- Prehofer, C. (2014). Geschichte, Technologie, Risiken: Vom Internet der Dinge zu Apps für Dinge. Retrieved November 1, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/vom-internet-der-dinge-zu-apps-fuer-dinge,3067105>
- pvmagazine. (2016). pv magazine Deutschland: Eon startet den Verkauf seines neuen Photovoltaik-Speichers Aura. Retrieved October 6, 2016, from http://www.pvmagazine.de/nachrichten/details/beitrag/eon-startet-den-verkauf-seines-neuen-photovoltaik-speichers-aura_100022621/
- RAAD Research. (2008). DMS: Die Top 10 Dokumenten-Management-Systeme in Unternehmen. Retrieved December 12, 2016, from <http://www.computerwoche.de/a/die-top-10-dokumenten-management-systeme-in-unternehmen,1877994>
- Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex. (2016). Deutscher Corporate Governance Kodex. Retrieved November 6, 2016, from <http://www.dcgk.de/de/kodex.html>
- RFID BASIS. (2015). Kosten von RFID-Systemen. Retrieved December 14, 2016, from <http://www.rfid-basis.de/kosten.html>
- Rickens, C. (2010). Nachhaltigkeit: Mehr Schein als Sein. Retrieved August 8, 2016, from <http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/a-714172.html>
- Rogall, A. H., & Oebels, K. (2010). Von der Traditionellen zur Nachhaltigen Ökonomie Editors : *Working Papers*, (53).
- Rowley, M. J. (2016). How the Internet of Things is aiding the garbage crisis. Retrieved November 9, 2016, from <https://newsroom.cisco.com/feature-content?articleId=1757267>
- Russo, G., Marsigalia, B., Evangelista, F., Palmaccio, M., & Maggioni, M. (2015). Exploring regulations and scope of the Internet of Things in contemporary companies: a first literature analysis. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(1), 1–13.
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1186/s13731-015-0025-5>
- Sagante, V. (2016). LED-Beleuchtungssystem für mehr Gesundheit am Arbeitsplatz. *Fraunhofer-Institut Für Mikroelektronische Schaltungen Und Systeme IMS*.
- Sailer, J. (2014). M2M - Internet of Things - Web of Things - Industry 4.0. *Elektrotechnik Und Informationstechnik*, 131(1), 3–4. <http://doi.org/10.1007/s00502-013-0191-8>
- Schmidt, R. (2016). Konkurrenz für Teslas Powerwall? Das kann E.Ons Stromspeicher Aura. Retrieved October 6, 2016, from

- <http://www.wiwo.de/technologie/green/tech/konkurrenz-fuer-teslas-powerwall-das-kann-e-ons-stromspeicher-aura/13554178.html>
- Schnellbacher, M. (2015). Sind Unternehmen bereit für das Internet of Things? Retrieved December 18, 2016, from <https://entwickler.de/online/iot/internet-of-things-unternehmen-170989.html>
- Schug, H., Eickenbusch, H., Marscheider-Weidemann, F., & Zweck, A. (2008). Zukunftsmarkt Technologien zur Stofferkennung und –trennung. *Umwelt, Innovation, Beschäftigung*, 1–50. Retrieved from file:///Users/khein/Dropbox/Papers/2007/Schug/Umwelt Innovation Beschäftigung 2007 Schug.pdf\npapers:///5251a729-4032-4abb-b141-2a47ceb56611/Paper/p226
- Schwenner, L. (2015). Deepwater Horizon: Wie die Ölpest im Golf von Mexiko die Umwelt bis heute bedroht. Retrieved August 8, 2016, from http://www.focus.de/wissen/natur/katastrophen/die_schlimmsten_katastrophen_der_menschheit/oelpest-im-golf-von-mexiko-die-schwarze-gefahr-mit-langzeitwirkung_id_4594250.html
- Siemens AG. (2015). Die Software von Dr . Pornsak Songkakul verknüpft Gebäudeautomatisierung und IT-Steuerung . So sinken die Kosten für die Kühlung von Serverräumen Den Anstoß für viele ich bei Gesprächen, 1–2.
- Siemens AG. (2016). Durchflussmessung SITRANS F M, 116–141.
- SMART-WOHNEN.DE. (n.d.). Das Smart Home Lexikon: Akteure. Retrieved November 21, 2016, from <https://www.smart-wohnen.de/lexikon/begriff/aktoren/>
- Smart Regions Nord. (2016). Smart Regions Nord - Recycling und Entsorgung. Retrieved November 12, 2016, from http://www.smart-regions-north.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=92&Itemid=716
- SmartBin. (2016a). Route Optimization | Logistics Management | Smart Monitoring. Retrieved November 9, 2016, from <https://www.smartbin.com/solutions/route-optimization-smartbin-live/>
- SmartBin. (2016b). Smart Monitoring |Smart Ultrasonic & Infrared Level Sensors. Retrieved November 9, 2016, from <https://www.smartbin.com/solutions/smart-monitoring/>
- SmartBin. (2016c). SmartBin IoT Level Sensors | Intelligent waste monitoring. Retrieved November 9, 2016, from <https://www.smartbin.com/solutions/iot-level-sensors/>
- Solow, R. M. (1991). Sustainability: An Economist’s Perspective. *Economics of the Environment Selected Readings*, 3, 179–187. Retrieved from http://www.isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic203569.files/Solow.Sustainability_An_Economists_Perspective._1993.pdf
- Spangenberg, J. (2003). Soziale Nachhaltigkeit. Eine integrierte Perspektive für Deutschland. *UTOPIE Kreativ*, 153/154(August), 649–661. Retrieved from http://rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Utopie_kreativ/153-4/153_154.pdf#page=73
- Statista. (2016). Anzahl der Internetnutzer weltweit in den Jahren 1997 bis 2015 sowie eine Prognose für 2016 (in Millionen). Retrieved November 2, 2016, from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/186370/umfrage/anzahl-der-internetnutzer-weltweit-zeitreihe/>
- statista. (2016). Smartphone-Nutzer weltweit 2012-2020 | Statista. Retrieved December 15, 2016, from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit/>
- Strese, H., Seidel, U., Knape, T., & Botthof, A. (2010). *Smart Home in Deutschland* -

- Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM)*. Institut für Innovation und Technik (iit). <http://doi.org/978-3-89750-165-2>
- Sundmaeker, H., & Saint-exupéry, A. De. (2010). *Clusterbook 2009_0*.
- Sury, U. (2004). RFID-Ubiquitous zu Recht? *Informatik-Spektrum*, 27(1), 70–83. <http://doi.org/10.1007/s00287-003-0367-4>
- Toprak, M. (2016). Büro 2025: viele Dokumente, kein Papier. Retrieved December 12, 2016, from <http://www.silicon.de/41622613/buero-2025-viele-dokumente-kein-papier/>
- Townsend, C. R., Begon, M., & Harper, J. L. (2009). *Ökologie*. <http://doi.org/10.1007/978-3-662-44078-0>
- Umwelt Bundesamt. (2016). Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Retrieved October 31, 2016, from <http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>
- Umweltdatenbank. (2016). Umweltraumkonzept. Retrieved October 31, 2016, from <http://www.umweltdatenbank.de/cms/lexikon/47-lexikon-u/2422-umweltraumkonzept.html>
- UmweltDialog. (2015). Intelligentes Wassermanagement. Retrieved November 13, 2016, from <http://www.umweltdialog.de/de/politik/europa/2015/Intelligentes-Wassermanagement.php>
- urbanwater. (2016). UrbanWater | UrbanWater FP7 Project. Retrieved November 13, 2016, from <http://urbanwater-ict.eu/urbanwater/>
- Urbiotica. (2016a). Parking guidance in Companies and Logistics Centers - Urbiotica. Retrieved November 30, 2016, from <http://www.urbiotica.com/en/smart-solutions-2/parking-guidance-companies-logistics-centers/>
- Urbiotica. (2016b). U-Dump M2M waste management sensor. Retrieved November 9, 2016, from <http://www.urbiotica.com/en/product/u-dump-m2m-2/#>
- VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2015). Deutsche Normungs-Roadmap SmartHome + Building Version 2.0, 176. Retrieved from https://www.dke.de/de/std/documents/nr_smart_home_v2_de.pdf
- Vereinte Nation für Umwelt und Entwicklung. (1992). Agenda 21: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung, 361. Retrieved from http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf
- Vereinte Nationen. (2002). Bericht des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung. Retrieved from <http://www.un.org/depts/german/conf/jhnnsborg/a.conf.199-20.pdf>
- Vereinte Nationen. (2015). Generalversammlung, 1–38. Retrieved from <http://www.un.org/depts/german/gv-70/a70-l1.pdf>
- Voltus. (2016). KNX / EIB | Hausautomation. Retrieved December 11, 2016, from <https://www.voltus.de/hausautomation/knx-eib/sensoren/helligkeitssensoren/>
- Watson, R. (2014). Ein „Internet der Dinge“. In *50 Schlüsselideen der Zukunft* (pp. 64–67). Springer Berlin Heidelberg.
- Weber, J., Goretzki, L., & Meyer, T. (2012). Nachhaltigkeit als neues Aufgabenfeld für Controller - Ergebnisse der WHU Zukunftsstudie. *ZfCM | Controlling & Management*, 4, 242–248. <http://doi.org/10.1365/s12176-012-0400-z>
- Weber, T. (2015). *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015* (Vol. 2016).
- Wiedermann, D. K.-U. (2009). Deutscher Corporate Governance Kodex (DCGK) und die Finanzkrise.
- Wittig-Goetz, U. (2011). ergo-online® - Beleuchtung. Retrieved December 11, 2016, from <http://www.ergo->

- online.de/site.aspx?url=html/arbeitsplatz/arbeitsumgebung_beleuchtung/beleuchtung.htm
- Wosnitza, F., & Hilgers, H. G. (2012a). Beleuchtungstechnik. In *Energieeffizienz und Energiemanagement* (pp. 311–390). Vieweg+Teubner Verlag.
<http://doi.org/10.1007/978-3-8348-8671-2>
- Wosnitza, F., & Hilgers, H. G. (2012b). Energie-Monitoring und Gebäude-Automation. In *Energieeffizienz und Energiemanagement* (pp. 481–507). Vieweg+Teubner Verlag.
<http://doi.org/10.1007/978-3-8348-8671-2>
- Xu, H., Teo, H.-H., Tan, B., & Agarwal, R. (2009). The Role of Push-Pull Technology in Privacy Calculus: The Case of Location-Based Services. *Journal of Management Information Systems*, 26(3), 135–174.
- Zeit Online. (2015). Nachhaltigkeit: Deutschland produziert zu viel Müll. Retrieved November 12, 2016, from <http://www.zeit.de/politik/ausland/2015-09/nachhaltigkeit-deutschland>
- Zimmer, R. (2006). Corporate Social Responsibility – Ausübung sozialer Verantwortung als Pflicht des Unternehmens. *Wirtschaftswissen*, (April), 1–26.
- Zimmermann, F. M., & Pizzera, J. (2016). Globalisierung und ökonomische Nachhaltigkeit - Schein oder Sein? In *Nachhaltigkeit wofür?* (pp. 85–112). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-662-48191-2>