ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Thieringer, Isabel

Research Report

IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, No. 39-2024

Provided in Cooperation with:
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences

Suggested Citation: Thieringer, Isabel (2024) : IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit, Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, No. 39-2024, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Koblenz

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/305282

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

HOCHSCHULE KOBLENZ
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Wissenschaftliche Schriften

IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit

Isabel Thieringer, M. Sc.

Fachbereich
Wirtschaftswissenschaften
Nr. 39 - 2024

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Koblenz – University of Applied Sciences

IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit

von

Isabel Thieringer

Vollbeleg: Thieringer, Isabel: IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit, in:
Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, Koblenz University of Applied Sciences, Nr. 39 - 2024.

Koblenz, November 2024

ISSN 1868-3711

Alle Rechte vorbehalten.

© Isabel Thieringer M.Sc., Hochschule Koblenz – University of Applied Sciences. Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

WISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN

Mit der Herausgabe des „Wissenschaftlichen Schriften“ werden aktuelle Ergebnisse der Forschungstätigkeiten des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften dokumentiert und sowohl in gedruckter als auch in elektronischer Form veröffentlicht.

Wissenschaftler, Praktiker und Studierende erhalten Einblick in die wirtschafts-wissenschaftliche Forschungsarbeit des Fachbereichs, die sich mit betriebswirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen und wirtschaftsjuristischen Fragestellungen befasst. Eine anwendungsorientierte Forschung stellt dabei sicher, dass die Aufarbeitung vorhandenen Wissens und die Suche nach neuen Erkenntnissen von Gestaltungshinweisen für die Unternehmenspraxis begleitet werden.

Die Wissenschaftlichen Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften an der Hochschule Koblenz – University of Applied Sciences erscheinen mehrmals jährlich. Weitere Informationen unter www.hs-koblenz.de/wirtschaftswissenschaften.

Schriftenleitung
Prof. Dr. Andreas Mengen
Prof. Dr. Holger Philipps
Hanna Salomo, M. Sc.
Prof. Dr. Holger J. Schmidt

IOT-LÖSUNGEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Mit der Weiterentwicklung digitaler Technologien wachsen sowohl der Markt für diese Technologien als auch deren Anwendungsmöglichkeiten für potenzielle Nutzer. Das Internet der Dinge ("IoT": Internet of Things) als eine bedeutende Anwendung hält Einzug in sämtliche Lebensbereiche, wodurch sowohl für Privatpersonen als auch Unternehmen verschiedene Berührungspunkte mit dem IoT entstehen. Diese Weiterentwicklung führt dazu, dass eine kritische Auseinandersetzung mit IoT-Lösungen und auch der damit zusammenhängenden Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden sollte.

Dazu untersucht die vorliegende Schrift zum einen am konkreten Beispiel eines smarten Füllstandsanzeigers für ein Entsorgungsunternehmen die Frage, ob eine solche Investition für das Unternehmen lohnend sein kann. Zum anderen wird geprüft, ob sich die Erweiterung des Produktportfolios eines Anbieters von Smart Home Lösungen rechnet. Wer sich für die z.T. überraschenden Ergebnisse interessiert, dem sei die Lektüre wärmstens empfohlen.

Key words: IoT; IoT-Lösungen; Wirtschaftlichkeit; Wirtschaftlichkeitsrechnung

INHALTSVERZEICHNIS

Wissenschaftliche Schriften III
IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit IV
Darstellungsverzeichnis VI
1 Einleitung 1
2 Grundlagen 2
2.1 Begriff der Digitalisierung 2
2.2 IoT als Wegbereiter der Digitalisierung 2
2.3 Verfahren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit 4
2.4 Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition 9
2.5 Der Einfluss von Unsicherheit auf Investitionsrechenverfahren 10
3 IoT – vom Geschäftsmodell zur Lösung 11
3.1 IoT verändert Geschäftsmodelle 11
3.2 IoT2C: Anwendungen mit Konsumentenorientierung 13
3.2.1 Gesundheit und Wearables 13
3.2.2 Mobilität und Wohnen 14
3.3 IoT2B: Anwendungen mit Unternehmensorientierung 16
3.3.1 Infrastruktur 16
3.3.2 IoT in der Produktion 19
3.4 Zwischenfazit 20
4 Wirtschaftlichkeitsbewertung ausgewählter IoT-Lösungen 21
4.1 Wirtschaftlichkeit smarter Entsorgung aus Anwenderperspektive 21
4.2 Wirtschaftlichkeit eines Smart Home-Produktes aus Herstellerperspektive 24
4.3 Zwischenfazit 29
5 Hindernisse von IoT-Lösungen 30
5.1 Sicherheit von Objekten und Daten 30
5.2 Weitere Hindernisse 31
5.3 Zwischenfazit 32
6 Zusammenfassung 33

Literaturverzeichnis.....34
Autorenportrait.....42
Schriftenverzeichnis.....43

DARSTELLUNGSVERZEICHNIS

Darstellung 1: Anwendungsbereiche des IoT……3

Darstellung 2: Investitionsrechnungsverfahren……5

Darstellung 3: Formeln der Gewinnvergleichsrechnung……6

Darstellung 4: Berechnung der Rentabilität……7

Darstellung 5: Berechnung der Kapitalwertmethode……8

Darstellung 6: Verfahren der Kapitalwertmethode……8

Darstellung 7: Bewertung der absoluten und relativen Vorteilhaftigkeit von Investitionsverfahren……10

Darstellung 8: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung……12

Darstellung 9: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/ Wortmann am Beispiel der Eyes Außenkamera……16

Darstellung 10: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/ Wortmann am Beispiel des ITC^{Pro}-Füllstandssensors……19

Darstellung 11: Berechnung der Investitionsauszahlung in t_0……22

Darstellung 12: Gewinnvergleichsrechnung Füllstandssensor……23

Darstellung 13: Sensitivitätsanalyse Füllstandssensor……24

Darstellung 14: Absatzmengen smarte Außenkamera……26

Darstellung 15: Kapitalwertmethode smarte Außenkamera……27

Darstellung 16: Dynamische Amortisationsrechnung smarte Außenkamera……28

Darstellung 17: Sensitivitätsanalyse smarte Außenkamera……28

1 Einleitung

Das Internet of Things (IoT) findet zunehmend Anwendung in Unternehmen sowie im Privatbereich. Im Jahr 2021 haben mehr als 35 % der Unternehmen in Deutschland IoT-Technologien verwendet (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.), 26. Januar 2022, online). Im Privatbereich gaben im Jahr 2022 nach einer Bitkom-Studie 43 % der Befragten (n = 1.315) an, Smart Home Anwendungen zu nutzen, womit eine stetige Steigerung gegenüber den Vorjahren ermittelt wurde (vgl. Schnaack/Moltrecht, 2022, S. 4). Sowohl beim Einsatz als auch dem Angebot von IoT-Lösungen kann die Frage nach dem Mehrwert der verwendeten Lösung gestellt werden. Zur Beantwortung dieser Fragestellung sind Verfahren zur Darstellung des monetären und nicht monetären Mehrwertes notwendig.

„Das Internet of Things (IoT) muss in Unternehmen einer Wirtschaftlichkeitsbewertung standhalten."

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, geeignete Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung sowie deren Vorteile und Grenzen darzustellen und in einen Zusammenhang mit dem IoT zu bringen. Aus den verschiedenen Anwendungsbereichen sollen IoT-Lösungen ausgewählt und deren Mehrwert exemplarisch aufgezeigt werden. Zudem ist auch die Frage nach dem Unterschied zwischen einer Wirtschaftlichkeitsbewertung aus Anwenderperspektive zu einer Bewertung aus Herstellerperspektive zu klären. Die Betrachtung monetärer und nicht-monetärer Mehrwerte bedingt ferner die Ergänzung um mit dem IoT verbundene Hindernisse. Damit soll im Zuge dieser Arbeit eine ganzheitliche Betrachtung von IoT-Lösungen mit Schwerpunkt auf der Wirtschaftlichkeitsbewertung durchgeführt werden.

Zunächst erfolgt eine Darstellung der wichtigsten Grundlagen zu IoT und Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung, worauf eine Vorstellung von verschiedenen IoT-Bereichen folgt. Anschließend werden anhand beispielhafter IoT-Lösungen die vorgestellten Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung exemplarisch dargestellt und Hindernisse im Zusammenhang mit IoT-Lösungen erläutert.

Neben der Verwendung von Fachliteratur bzw. schriftlichen Quellen wurden Expertengespräche geführt, um zusätzliche Informationen aus der Praxis in die vorliegende Arbeit integrieren zu können. Dabei liegt nur teilweise die Zustimmung zur nicht-anonymisierten Nennung in dieser Arbeit vor.

2 GRUNDLAGEN

Innerhalb dieses Kapitels werden die grundlegenden Begriffe und Verfahren zum Verständnis dieser Arbeit erläutert. Dazu wird zunächst die technische Seite dieser Arbeit erläutert, indem auf die Begriffe *Digitalisierung* und *IoT* eingegangen wird. Anschließend erfolgt die Betrachtung der wirtschaftlichen Seite mit der Erläuterung der Beurteilungsverfahren der Wirtschaftlichkeit.

2.1 Begriff der Digitalisierung

Die Definition und Verwendung des Begriffes der Digitalisierung folgt keiner einheitlichen Linie. Vielmehr ist Digitalisierung branchenabhängig und unternehmensspezifisch zu definieren (vgl. Hanschke, 2018, S. 3).

> ***„Digitalisierung ist die Umwandlung analoger in digitale Daten, um diese weiter elektronisch verarbeiten zu können."***

Eine vielfach verwendete Definition der Digitalisierung beschreibt diese als Prozess, der die Eingangsgröße der analogen Daten in die Ausgangsgröße der digitalen Daten umwandelt, um diese im weiteren Prozess elektronisch weiter zu verarbeiten (vgl. Hanschke, 2018, S. 3; vgl. Mertens/Barbian/Baier, 2017, S. 35; vgl. Kröhling, 2021, S. 33). Diese Umwandlung begünstigt die kostengünstige Reproduzierbarkeit, Verbreitung sowie automatisierte Verarbeitung der übermittelten Daten (vgl. Kröhling, 2021, S. 33). Die Verarbeitung der Daten umfasst neben der Datenanalyse die digitale Repräsentation und Konstruktion physischer Daten, sowie die Rückwandlung in analoge Daten, womit eine Verbindung zwischen virtueller und reeller Welt entsteht (vgl. Hippmann/Klingner/Leis, 2018, S. 9). Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz beschreibt Digitalisierung als „Verwendung von Daten und algorithmischen Systemen für neue oder verbesserte Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle" (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.), o. D.b). Wieder andere Definitionen beschreiben die Verwendung von Vernetzung und Automatisierung als Inhalt der Digitalisierung (vgl. Raveling, 13. Oktober 2020).

Der Fokus der Digitalisierung liegt einerseits auf dem Kunden während des gesamten Prozesses vom Marketing, über den Kauf bis zum anschließenden Service und andererseits auf der Steigerung der Effizienz (vgl. Hanschke, 2018, S. 4).

2.2 IoT als Wegbereiter der Digitalisierung

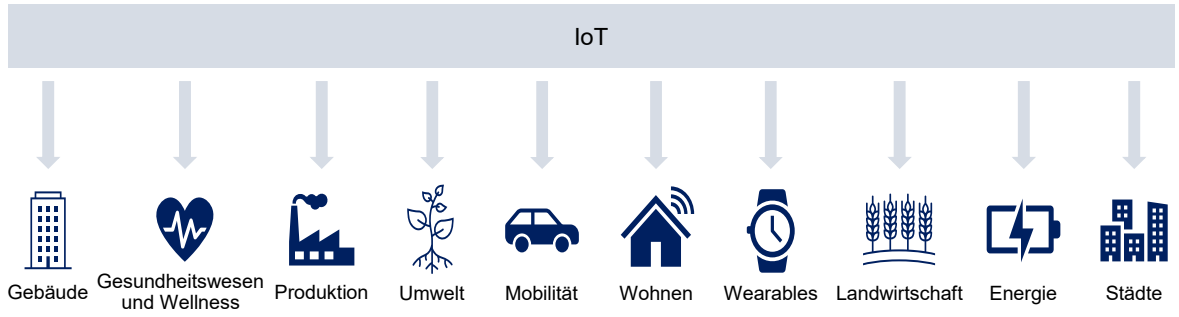
Der zentrale Begriff dieser Arbeit ist der Begriff des IoT, ein Akronym von ***I****nternet* ***o****f* ***T****hings*, welches im Deutschen auch als Internet der Dinge bezeichnet wird (vgl. Mehler-Bicher, et al., 2019, S. 180). Eine weitere Bezeichnung des IoT ist die des „Allesnetz" (vgl. Steinhoff, 26. September 2016). Der Ursprung des Begriffes Internet of Things geht zurück auf den Briten Kevin Ashton im Jahr 1999 (vgl. Mehler-Bicher, et al., 2019, S. 180; vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Dieser bezeichnete damit im Rahmen seiner Forschung am Massachusetts Institute of Technology die RFID-Technologie zum Auslesen und Speichern

von Daten (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Das IoT ist eine der wichtigsten Basistechnologien der Digitalisierung (vgl. Kress, 2018, zitiert nach: Schulz/Pflaum, 2019, S. 5).

Mit dem Begriff IoT werden die internetbasierte Kommunikation und der darauf basierende Informationsaustausch zwischen Menschen, Maschinen, Produkten und weiteren Gegenständen bezeichnet (vgl. Scheer, 2017, S. 52; vgl. Brühl, 2015, S. 64). Weiterhin wird damit die Reaktions- und Aktionsfähigkeit der beteiligten Menschen oder Gegenstände auf Basis der erhaltenen Informationen beschrieben (vgl. Brühl, 2015, S. 64). Dadurch entsteht ein kollaborierendes, internetbasiertes System aus physischen und virtuellen Objekten (vgl. Mehler-Bicher, et al., 2019, S. 180; vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022).

Das IoT findet in verschiedenen Bereichen Anwendung (s. Darstellung 1). Mit dem IoT entstehen intelligente Objekte (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.), o. D.a; vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), o. D.). Für Anwendungsbereiche, die auf diesen Objekten basieren hat sich aufgrund der Intelligenz die Bezeichnung mit dem vorangestellten Begriff „Smart“ etabliert (vgl. Brühl, 2015, S. 65). Eine tiefergehende Beschreibung der einzelnen Teilaspekte erfolgt in Kapitel 3.

Darstellung 1: Anwendungsbereiche des IoT



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.), 15. Oktober 2015, S. 20-40

Ein wesentliches Merkmal der im IoT verbundenen Objekte ist deren eindeutige Identifizierbarkeit (vgl. Foth, 2021, S. 129). Diese wird im IoT durch die Verwendung von cyber-physischen Systemen (CPS) realisiert (vgl. Schulz/Pflaum, 2019, S. 5). Durch CPS werden neben der Identifizierbarkeit, die Positionsbestimmung, die Datenaufnahme und -verarbeitung, die Kommunikation sowie die Vernetzung untereinander möglich (vgl. Schulz/Pflaum, 2019, S. 5). Die Erfassung und Verarbeitung der Daten erfolgen automatisiert innerhalb von Millisekunden (vgl. Müller-ter Jung, 2021, S. 114).

Weiterhin ist zur technischen Umsetzung und zur Vernetzung mit dem IoT Zugriff auf ein Netzwerk notwendig, mit dem die Kommunikation über Mobilfunknetze, lokale Netzwerke sowie über lokale Begrenzungen hinweg ermöglicht wird (vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), o. D.). Der spezifische Anwendungsfall bestimmt den dafür geeigneten Mobilfunkstandard, abhängig von der Daten- und Gerätemenge (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), o.

D.b). Zu den anwendbaren Standards gehört u. a. das Narrowband IoT, das die Vorteile einer hohen Sicherheit, geringer Kosten, hoher Effizienz sowie hoher Verfügbarkeit in sich vereint (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), o. D.b). Dem IoT ist der Bereich der M2M Kommunikation unterzuordnen, was als Machine-to-Machine die größtenteils selbstständige Kommunikation zwischen Objekten innerhalb der IoT-Vernetzung bezeichnet (vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), o. D.). Außerdem werden Cloud-Systeme im Zuge des IoT verwendet, mit denen die umfassende Datenspeicherung und -verarbeitung, deren orts- und zeitunabhängige Verfügbarkeit sowie die Skalierung der Systeme unter geltenden Standards zur Datensicherheit realisiert werden (vgl. Trautmann, et al., 2020, S. 306).

„Viele Vorteile ergeben sich aus der Nutzung des IoT in Bezug auf Ressourcenmanagement sowie Kapazitätsauslastung."

Die Nutzung des IoT bringt verschiedene Vorteile für die jeweiligen Anwender. Der Einsatz im Unternehmen trägt zur Steigerung der Effizienz bei und verbessert das Ressourcenmanagement sowie die Kapazitätsauslastung (vgl. Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.), März 2016, S. 4, 9). Weiterhin können neben kostenrechnerischen Faktoren wie der Reduzierung der Produktionskosten soziale Vorteile wie die Verbesserung der Nachhaltigkeit erzielt werden (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Die Nachhaltigkeit eines Unternehmens wird durch IoT verbessert, indem einerseits die zunehmende Vernetzung und Nutzung digitaler Technologien Ressourcen einspart und andererseits intelligente Steuerungen die Energienutzung optimieren (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Im Privatbereich können IoT-Technologien eingesetzt werden, um den Komfort sowie die Sicherheit der Anwender zu erhöhen (vgl. Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.), März 2016, S. 4). Generell entstehen weitere Vorteile auf der technischen Seite, da die Vernetzung Informationen zeit- und ortsunabhängig sowie zu geringerem Kosten- und Zeitaufwand verfügbar macht (vgl. Gillis, März 2022). Außerdem werden Aktionen durch den Menschen seltener benötigt (vgl. Gillis, März 2022). Der wirtschaftliche Vorteil durch die Nutzung und das Angebot von IoT-Lösungen wird in Kapitel 4 aus Anwender- und Unternehmensperspektive analysiert.

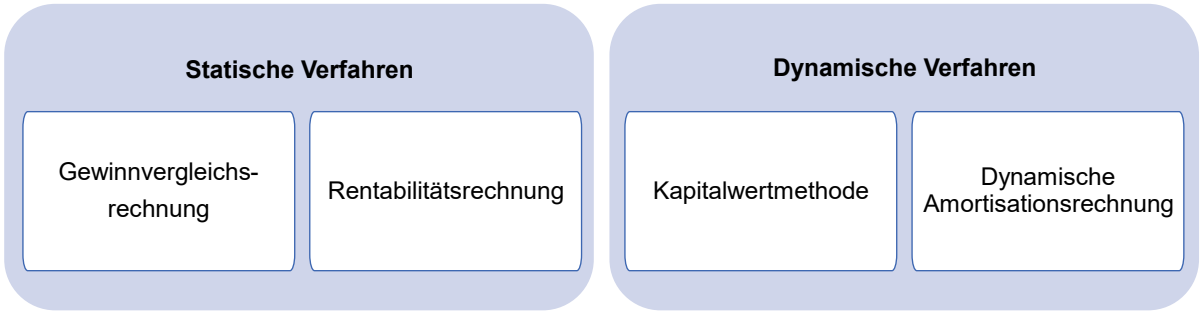
Die Nachteile der Nutzung von IoT liegen besonders im Sicherheitsaspekt, bspw. durch Datendiebstahl, sowie in der Organisation der großen Datenmenge. Weiterhin können Störungen eines Gerätes auf weitere Geräte und somit das Gesamtsystem übergreifen. Zudem ist die Interoperabilität durch den Einsatz von Geräten verschiedener Hersteller nicht gewährleistet (vgl. Gillis, März 2022).

2.3 Verfahren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Zur Beurteilung von Projekten stellt die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit ein wesentliches Kriterium dar (vgl. Fiedler, 2014, S. 54). Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit können Verfahren, wie die der Investitionsrechnung, angewendet werden (vgl. Kuster, et al., 2022, S. 202). In Darstellung 2 ist eine Auswahl der in der Literatur erwähnten Verfahren der Investitionsrechnung dargestellt. Es werden nur solche Verfahren aufgezeigt, die einen starken Bezug zu den in Kapitel 4 dargestellten Rechnungen aufweisen.

Ein erweiterter Überblick über die dargestellten sowie weitere Verfahren ist zu finden in: Poggensee, K. (2022): Investitionsrechnung: Grundlagen – Aufgaben – Lösungen, 4. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden 2022.

Darstellung 2: Investitionsrechnungsverfahren



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Noosten, 2018, S. 7; Heesen/Heesen, 2021, S. 6

In der Investitionsrechnung erfolgt eine grundsätzliche Unterscheidung in statische und dynamische Verfahren (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 6). Die statischen Verfahren basieren auf Durchschnittswerten und vernachlässigen mögliche Abweichungen bei den Zeitpunkten der Zahlungsflüsse von Ein- und Auszahlungen (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 6; vgl. Noosten, 2018, S. 8). Diese Betrachtung konzentriert sich auf einen spezifischen zeitlichen Teilabschnitt der Gesamtnutzungsdauer (vgl. Noosten, 2018, S. 8). Demgegenüber stehen die dynamischen Verfahren, die die Gesamtnutzungsdauer betrachten und über Askontierung sowie Diskontierung die unterschiedlichen Zeitpunkte der Zahlungsflüsse berücksichtigen (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 16). Dadurch ergibt sich bei den dynamischen Verfahren die Berücksichtigung von Zins- und Zinseszinseffekten (vgl. Noosten, 2018, S. 10). Hingegen liegen die Vorteile der statischen Verfahren in dem verringerten Aufwand (u. a. zur Informationsbeschaffung), sowie der vereinfachten Anwendung und Interpretierbarkeit (vgl. Noosten, 2018, S. 8). Zur Bewertung von Produktideen sind sowohl dynamische als auch statische Verfahren geeignet (vgl. Sander, 2019, S. 374).

„Die Nutzwertanalyse ermöglicht für qualitative und nicht-monetäre Faktoren eine bessere Vergleichbarkeit."

Zur Berücksichtigung qualitativer, nicht-monetärer Faktoren dient die Nutzwertanalyse, mit dem Ziel eine Vergleichbarkeit dieser Faktoren herzustellen (vgl. Mehler-Bicher, et al., 2019, S. 124f.). Die Nutzwertanalyse kann um quantitative Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbewertung ergänzt werden, um eine Rangfolge alternativer Investitionen zu erstellen (vgl. Bundesministerium des Innern und für Heimat/Bundesverwaltungsamt (Hrsg.), o. D.). Das genaue Vorgehen sowie die beispielhafte Anwendung der Nutzwertanalyse sind kein Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Statische Verfahren der Investitionsrechnung

Gewinnvergleichsrechnung

In der Gewinnvergleichsrechnung wird die Kostensicht um die Größe des Erlöses ergänzt, womit der Gewinn als zentrale Größe der Betrachtung entsteht (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 9f.; vgl. Pape, 2018, S. 344f.). Dabei wird unter der Prämisse, dass die Absatzmenge der Herstellmenge entspricht, der Gewinn nach Zinsen als Vergleichsgröße gewählt (vgl. Pape, 2018, S. 345). Nach Pape liegen die in Darstellung 3 ersichtlichen Berechnungen des Gewinnes vor sowie nach Zinsen zugrunde.

Darstellung 3: Formeln der Gewinnvergleichsrechnung

Gewinn vor Zinsen p. a.	$G_{vZ} = (x * p) - [(x * k_{var}) + K_{fix} + \frac{I_0 - R_n}{n}]$
Gewinn nach Zinsen p. a.	$G_{nZ} = (x * p) - [(x * k_{var}) + K_{fix} + \frac{I_0 - R_n}{n} + \frac{I_0 + R_n}{2} * i]$

Variablen

G_{vZ} = Jahresgewinn vor Zinsen G_{nZ} = Jahresgewinn nach Zinsen x = jährliche Absatzmenge p = Absatzpreis (pro Stück) k_{var} = laufende variable Stückkosten	K_{fix} = laufende Jahresfixkosten I_0 = Investitionsauszahlung R_n = Restwert n = Nutzungsdauer i = kalkulatorischer Zinssatz

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Pape, 2018, S. 345

Die Gewinnvergleichsrechnung weist diverse Nachteile auf. Die Ergebnisse der Gewinnvergleichsrechnung lassen keine Analyse der Opportunitätskosten zu (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 10). Weiterhin besteht ein Nachteil in der Durchschnittsbildung und der daraus folgenden Vernachlässigung von Gewinn- sowie Nachfrageschwankungen (vgl. Burger/Keipinger, 2016, S. 34).

Rentabilitätsrechnung

Die Rentabilitätsrechnung wird auch als ROI-Methode (Abkürzung für Return on Investment) bezeichnet (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 11). Sie stellt eine Weiterentwicklung der Gewinnvergleichsrechnung dar, bei der die Berücksichtigung des investierten Kapitals Anwendung findet (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 11; vgl. Pape, 2018, S. 351.). Das prozentuale Ergebnis der durchschnittlichen jährlichen Rentabilität lässt somit eine Aussage über den Zinseffekt zu, der aus der Kapitalinvestition resultiert (vgl. Pape, 2018, S. 352). Dementsprechend stehen die Optimierung der Rentabilität und damit die Maximierung des Zinseffektes als zentrales Kriterium im Mittelpunkt der Entscheidung (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 12). Einerseits ergibt die Berechnung damit ein prozentuales Ergebnis, das vereinfachte Vergleiche zulässt, anderseits wird der Vergleich von Investitionsprojekten möglich, die unterschiedliche Kapitaleinsätze aufweisen (vgl. Pape, 2018, S. 354).

Zur Ermittlung der durchschnittlichen jährlichen Rentabilität wird der Gewinn vor Zinsen p. a. gewählt, der durch das durchschnittliche gebundene Kapital dividiert wird (s. Darstellung 4). Wird der Gewinn nach Zinsen p. a. als Divisor genommen, so ergibt dies lediglich die Verzinsung über den Kalkulationszins hinaus (vgl. Burger/Keipinger, 2016, S. 35).

Darstellung 4: Berechnung der Rentabilität

$$Rentabilität\ (ROI)\ p.a. = \frac{Gewinn}{(I_0 + R_n)/2}$$

Variablen	
I_0 = Investitionsauszahlung	R_n = Restwert zum Zeitpunkt n

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Pape, 2018, S. 351

Wird ein positives Ergebnis erzielt, so ist diesem Ergebnis zu entnehmen, dass sowohl die Investitions- als auch Folgekosten gedeckt und darüber hinaus vermehrt werden können (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 12).

Die Rentabilitätsrechnung weist, wie auch die Gewinnvergleichsrechnung, den Nachteil der Kurzfristigkeit der Betrachtung auf. Ein weiterer Nachteil entsteht dadurch, dass die Analyse der Investitionsobjekte eine eindeutige Zuordnung der Umsätze bzw. Gewinne bedingt (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 12).

Dynamische Verfahren der Investitionsrechnung

Kapitalwertmethode

Der Kapitalwertmethode liegt die Addition der auf den Investitionszeitpunkt diskontierten Zahlungsströme zugrunde. Die diskontierten Einzahlungsüberschüsse werden auch als Barwerte bezeichnet. Der verwendete Kalkulationszinssatz entsteht aus dem vom Investor vorgegeben Mindestzinssatz sowie weiteren Faktoren, die die anfallenden Kosten abgesehen von den Investitionskosten des Projektes abdecken. Der gewählte Zinssatz weist einen maßgeblichen Einfluss auf die Berechnung und die damit verbundene Entscheidung auf (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 26).

Ein positiver Kapitalwert ist zu interpretieren als ein Vermögenszuwachs sowie die Toleranz der Vorteilhaftigkeit im Falle steigender Investitionskosten. Dementsprechend entspricht ein negativer Kapitalwert einer Vermögensminderung oder derjenigen Differenz, um die die

Investitionskosten vermindert werden müssten, um mindestens ein konstantes Vermögen durch die Investition zu erreichen (vgl. Noosten, 2018, S. 20).

Die Berechnung des Kapitalwertes zum Zeitpunkt t_0 kann mit der Formel und Komponenten aus Darstellung 5 erfolgen.

Darstellung 5: Berechnung der Kapitalwertmethode

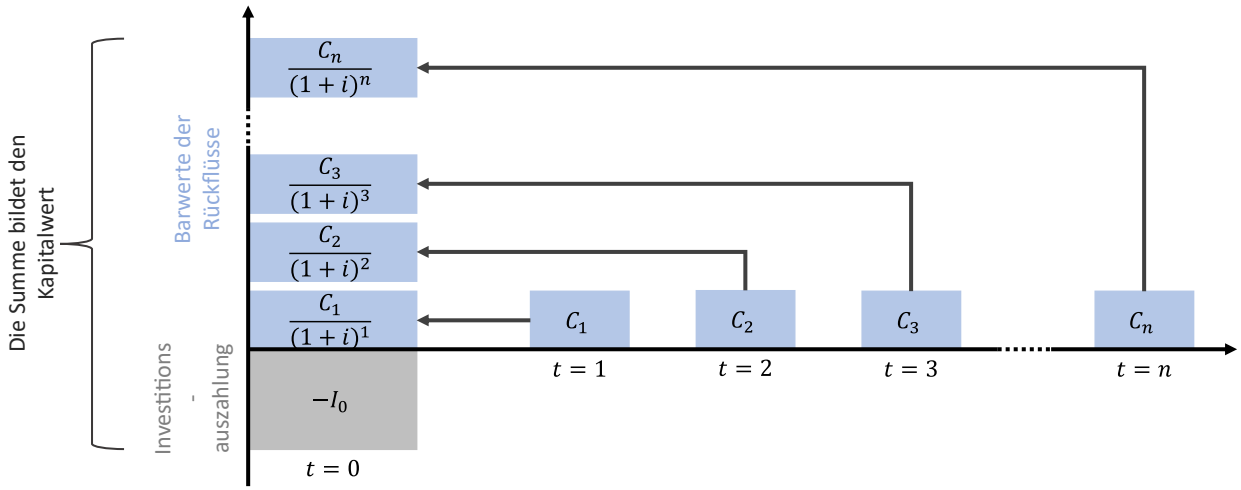
$$KW_0 = \underbrace{-I_0}_{\text{Anschaffungsauszahlung}} + \sum_{t=1}^{n} \underbrace{\frac{C_t}{(1+i)^t}}_{\text{Diskontierte Rückflüsse}} + \underbrace{\frac{R_n}{(1+i)^n}}_{\text{Diskontierter Restwert}}$$

Variablen		
KW_0 = Kapitalwert zum Zeitpunkt t_0 I_0 = Investitionsauszahlung	C_t = Rückfluss zum Zeitpunkt t n = Nutzungsdauer	i = Kalkulationszinssatz R_n = Restwert zum Zeitpunkt n

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Pape, 2018, S. 375

Grafisch lässt sich das Verfahren der Kapitalwertberechnung wie in Darstellung 6 darstellen.

Darstellung 6: Verfahren der Kapitalwertmethode



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Pape, 2018, S. 375

Die Kapitalwertmethode ist mit einem erhöhten Aufwand zur Ermittlung der Zahlungszuordnung verbunden. Der Aufwand erhöht sich mit der Anzahl der Leistungsverflechtungen entlang der Wertschöpfungsstufen im Unternehmen. Weiterhin ist die Sicherheit des Verfahrens abhängig von der Genauigkeit der Schätzung, was sich durch

die Form der Schätzung von zukünftigen Zahlungen schwierig gestaltet. Die Interpretationsfähigkeit des Ergebnisses der Kapitalwertmethode ist beschränkt, es erweist sich daher als sinnvoll, weitere Größen zur Einschätzung des Ergebnisses heranzuziehen. Eine beispielhafte weitere Größe stellt die Rentabilität dar (vgl. Pape, 2018, S. 385f.).

Dynamische Amortisationsrechnung

Die Amortisationszeit und Beurteilung des Risikos der Kapitalbindung stehen im Zentrum des Verfahrens (vgl. Pape, 2018, S. 405). Bei der dynamischen Amortisationszeit wird neben dem Rückfluss des investierten Kapitals der Rückfluss eines zusätzlichen Zinses berücksichtigt (vgl. Pape, 2018, S. 405; vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 43). Heesen und Heesen bezeichnen das Verfahren auch als Break Even und sehen damit den Zeitpunkt des vollständigen Rückflusses der Summe aus investiertem Kapital und Zinsen als Break Even im Mittelpunkt des Verfahrens (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 42). Somit wird eine Opportunitätsbetrachtung innerhalb des Verfahrens mit einbezogen (vgl. Pape, 2018, S. 405). Zur Berechnung werden die Rückflüsse abgezinst (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 42).

„Die Ergebnisse von Investitionsrechnungen werden durch Prognoseunsicherheiten beeinflusst."

Ebenso wie bei der Kapitalwertmethode sind die prognostizierten Zahlungsströme einer gewissen Unsicherheit ausgesetzt. Weiterhin ist ein ergänzendes erfolgsorientiertes Verfahren hinzuzuziehen, wie die Kapitalwertmethode, um den isolierten Fokus auf die risikoorientierte Amortisationszeit zu verhindern (vgl. Pape, 2018, S. 406, 408).

Heesen und Heesen beschreiben zudem die Problematik, dass Schwankungen in den kumulierten Zahlungsüberschüssen durch Gewinne sowie Verluste dazu führen können, dass die Funktion des Kapitalwertes mehrere Nullstellen und damit mehrere Break Evens aufweist. Die Folge dieser Problematik ist eine verringerte Interpretationsfähigkeit verursacht durch die uneindeutigen Ergebnisse (vgl. Heesen/Heesen, 2021, S. 43).

2.4 Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition

Zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Investitionen (s. Darstellung 7) wird einerseits die absolute Vorteilhaftigkeit herangezogen, die darauf ausgerichtet ist, eine Entscheidung zwischen Investitionsdurchführung oder dessen Unterlassung zu treffen. Eine Unterlassung ist zu bevorzugen, sofern eine Durchführung negative Auswirkungen auf die festgelegten Ziele bewirken würde. Demgegenüber steht die relative Vorteilhaftigkeit, die zur Beurteilung mehrerer sich ausschließender Investitionsvorhaben zur Anwendung kommt. Die Entscheidung ist zugunsten der Investition zu treffen, die verglichen mit den Alternativen ceteris paribus auf die festgelegten Ziele den größten positiven Einfluss hat. Die Entscheidung nach der relativen Vorteilhaftigkeit sollte stets um eine anschließende Beurteilung der absoluten Vorteilhaftigkeit der ausgewählten Alternative ergänzt werden (vgl. Pape, 2018, S. 327f.).

Darstellung 7: Bewertung der absoluten und relativen Vorteilhaftigkeit von Investitionsrechenverfahren

	Absolute Vorteilhaftigkeit	Relative Vorteilhaftigkeit
Gewinnvergleichsrechnung	Positiver Gewinn nach Zinsen	Investitionsalternative mit dem höchsten Gewinn pro Jahr
Rentabilitätsrechnung	Rentabilität vor Zinsen: Zinssatz > kalkulatorischem Zinssatz	Investitionsalternative mit der höchsten Rentabilität
Kapitalwertmethode	Positiver Kapitalwert	Investitionsalternative mit dem höchsten Kapitalwert
Dynamische Amortisationsrechnung	Amortisationszeit < maximal akzeptierte Amortisationszeit	Investitionsalternative mit der kürzesten Amortisationszeit

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Pape, 2018, S. 334-391

2.5 Der Einfluss von Unsicherheit auf Investitionsrechenverfahren

Der Einfluss von Unsicherheit auf Investitionsrechenverfahren kann in Form von Verfahren wie dem Korrekturverfahren, der Sensitivitätsanalyse oder der Risikoanalyse untersucht werden (vgl. Kruschwitz/Lorenz, 2019, S. 279f.. An dieser Stelle wird nur das Verfahren der Sensitivitätsanalyse erläutert, um den Einfluss der Unsicherheit beispielhaft darzustellen. Informationen zu den weiteren Verfahren können Kruschwitz/Lorenz (2019) sowie Burger/Keipinger (2016) entnommen werden). Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird im Anschluss an die Festsetzung eines Toleranzbereiches der Ausgangsgröße der Toleranzbereich der als unsicher erwarteten Eingangsgröße(n) über die entsprechende Formel des Verfahrens ermittelt (vgl. Kruschwitz/Lorenz, 2019, S. 286-289). Alternativ können anhand der Eingabeparameter die Auswirkungen von Veränderungen dieser Größen auf den Ausgangswert modelliert werden (vgl. Burger/Keipinger, 2016, S. 108). Die Sensitivitätsanalyse ist auch für die Bestandteile der Nutzwertanalyse anwendbar (vgl. Poggensee, 2022, S. 188).

3 IoT – vom Geschäftsmodell zur Lösung

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Anwendungsbereiche und Lösungen des IoT. Dafür wird zunächst dargelegt, inwiefern das IoT auf die Gestaltung von Geschäftsmodellen Einfluss genommen hat. Anschließend werden die Anwendungsbereiche und beispielhafte IoT-Lösungen erläutert. Der in diesem Kapitel dargestellte Überblick über IoT-Anwendungsbereiche und -Lösungen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Das Ziel dieses Kapitels ist es zu veranschaulichen, welche IoT-Lösungen möglich und in der Praxis verfügbar sind und welche Vorteile diese bieten.

3.1 IoT verändert Geschäftsmodelle

Die mit dem IoT verbundene Vernetzung hat die Entstehung neuartiger Geschäftsmodelle gefördert (vgl. Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.), März 2016, S. 4). Die Industrie profitiert durch die Vernetzung u. a. im Bereich des Kundenkontaktes, da der Kontakt zum Kunden über den Verkauf hinaus aufrechterhalten werden kann (vgl. Lücking, 2018, S. 72).

Veränderte Geschäftsmodelle fokussieren sich nach einer Analyse von IoT-Projekten von Rodig größtenteils auf die Bereitstellung kostenfreier sowie kostenpflichtiger Ergänzungen zu bestehenden physischen Produkten. Diese kostenfreien Produkte werden den Kunden bspw. in Form einer Software zum Monitoring der Maschinendaten zur Verfügung gestellt, um damit durch digitale Leistungen eine Differenzierung zum Wettbewerb zu erreichen. Die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) ist einer der Services, die in dieser Form bereitgestellt werden können. Neben dem direkten Nutzen für den Kunden ist über das Angebot solcher Zusatzleistungen auch ein Nutzen für den Anbieter zu sehen, indem dieser Zugang zu Nutzungsdaten erhält. Diese Nutzungsdaten können Anbieter anschließend auswerten, um bspw. dem Kunden individuelle weitere Produkte anbieten zu können. Weiterhin ermöglicht die unternehmensinterne Verwendung von IoT-Technologien neben der selbststeuernden Produktion die durch Effizienzsteigerung wirtschaftliche Produktion in der Losgröße 1 (vgl. Rodig, 2017, S. 172-176).

„IoT-Lösungen können effizienz- und umsatzsteigernd wirken.“

Die Angaben des im Zuge dieser Arbeit befragten Gesprächspartners des Smart Home-Herstellers stützen die genannten Ergebnisse von Rodig. Es wurde angegeben, dass das Sortiment des Herstellers im Zuge des Smart Home erweitert wurde, indem sowohl bestehende Produkte in einer smarten Variante als auch neuartige Produktkategorien entwickelt wurden. Dazu werden mit einer kostenfreien App zur Steuerung des Smart Homes und einer kostenpflichtigen Cloud-Dienstleistung digitale Zusatzservices angeboten (vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten).

Das Angebot von IoT-Technologien in Richtung Kunde ermöglicht es Unternehmen, ihr Produktportfolio um ähnliche Produkte zu ergänzen oder um neuartige Produktbereiche zu erweitern (vgl. Knittl/Neuberger/Dieterle, 2020, S. 561). Demgegenüber steht die Nutzung von IoT-Technologien in Unternehmen selbst und damit der Aufbau einer unternehmensinternen Vernetzung, was auch als Industrial Internet of Things (IIoT)

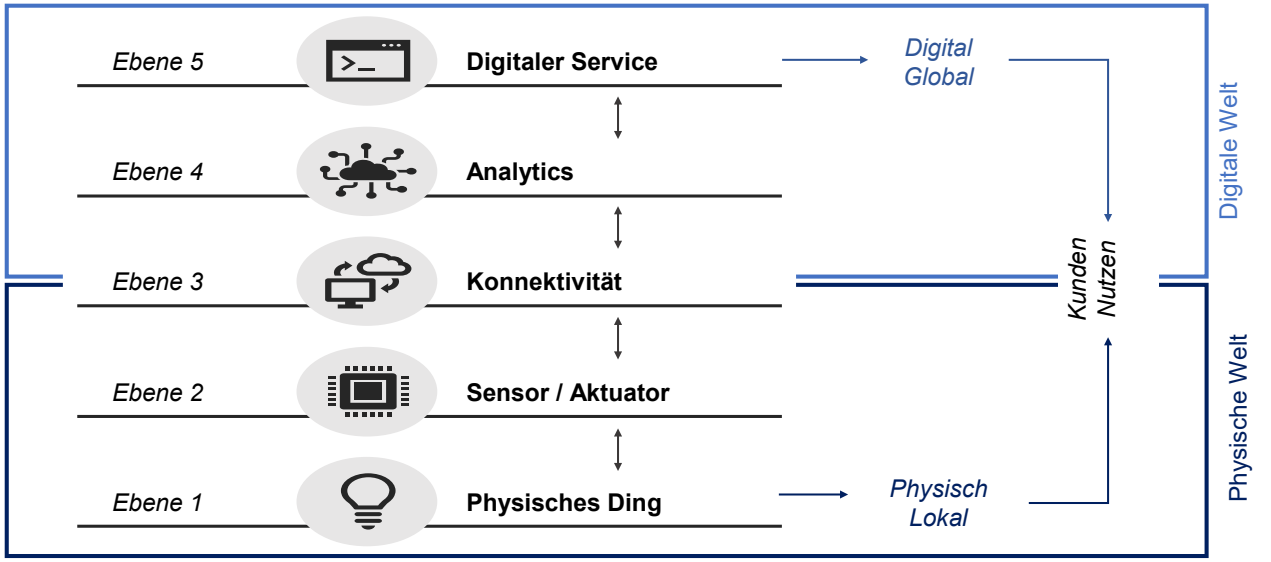
bezeichnet wird (vgl. Knittl/Neuberger/Dieterle, 2020, S. 561; vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022).

Eine Einteilung der Anwendungsbereiche kann mit gewissen Überschneidungen anhand der Marktsegmente IoT2C und IoT2B erfolgen. Dabei umfasst das IoT2C Anwendungen mit Orientierung zum Konsumenten, während das IoT2B solche mit Unternehmensfokus bezeichnet. Hierbei sind die im nachfolgenden erläuterten Anwendungsbereiche Wohnen, Wearables, Gesundheit und Mobilität dem IoT2C zuzuordnen. Demgegenüber sind die Anwendungsbereiche Gesundheit, Mobilität, Städte, Produktion, sowie Umwelt dem IoT2B zuzuordnen. Überschneidungen bestehen in den Anwendungsbereichen Gesundheit und Mobilität, die sich in unterschiedlichen Ausprägungen im Konsumenten- sowie Unternehmensbereich wiederfinden lassen (vgl. Vukadinovic, November 2015, S. 6).

Der Bereich der intelligenten Gebäude kann der intelligenten Stadt untergeordnet werden (vgl. Pratt, 27. Mai 2021).

Fleisch/Weinberger/Wortmann haben nach einer Analyse Wertschöpfungsstufen für IoT-Lösungen definiert (s. Darstellung 8). Demnach besteht eine IoT-Lösung aus der Verbindung von Komponenten aus der digitalen sowie der physischen Welt. Entsprechend entstehen hybride Geschäftsmodelle aus der Kombination von Komponenten digitaler und physischer Geschäftsmodelle (vgl. Fleisch/Weinberger/Wortmann, August 2014, S. 6-9).

Darstellung 8: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Fleisch/Weinberger/Wortmann, August 2014, S. 7.

Beginnend mit Ebene 1 entsteht eine IoT-Lösung auf Basis eines physischen Produktes, das dem Nutzer einen physischen und lokalen Nutzen bietet. Ergänzt wird das physische Produkt anschließend um Ebene 2. Dort erfolgt mit Sensoren die Datenaufnahme aus der Umgebung während die Aktuatoren auf das physische Produkt und damit die Umgebung einwirken und den lokalen Nutzen generieren. Über die anschließende Ebene 3 wird der Zugang zum Internet gewährleistet, worüber die internetbasierte Kommunikationsfunktion nutzbar

wird. Ebene 4 ergänzt Ebene 3 um die Analyse und Weiterverarbeitung der übermittelten Daten. Mit Ebene 5 erfolgt die Ergänzung des physischen Produktes um ein digitales Geschäftsmodell basierend auf den Vorgängen der vorangegangenen Ebenen. Der Nutzer erhält somit die Möglichkeit, in Form einer digitalisierten Dienstleistung den über das physische Ding hinausgehenden Nutzen auszuschöpfen. Es ist zu beachten, dass die Erstellung der einzelnen Ebenen immer im Gesamten gesehen werden muss (vgl. Fleisch/Weinberger/Wortmann, August 2014, S. 6-8).

Die vorliegende Arbeit verwendet die Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/Wortmann zur Definition des Begriffes IoT-Lösung.

Ausgehend von der aufgeführten Einteilung in IoT2C und IoT2B nach Vukadinovic (November 2015) sind die folgenden Unterkapitel gegliedert nach Anwendungsbereichen, wie es auch bei der Alliance for Internet of Things Innovation (15. Oktober 2015) vorzufinden ist (zur Darstellung vgl. Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.), 15. Oktober 2015, S. 20-40).

3.2 IoT2C: Anwendungen mit Konsumentenorientierung

3.2.1 Gesundheit und Wearables

Gesundheit

Im Bereich Gesundheit wird auch vom Internet of Health gesprochen, bei dem der Mensch verstärkt in medizinische Untersuchungen eingebunden wird, indem diese bspw. entweder durch die betreffende Person selbst oder auch ortsunabhängig durchgeführt werden können (vgl. Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.), 15. Oktober 2015, S. 20). Die Vernetzung ermöglicht somit die Datenaufnahme, Datenanalyse und Datenauswertung über das Internet (vgl. Foth, 2021, S. 15). Der Zugang zu digitalen Diensten im Smart Health erfolgt bspw. über die Nutzung von Apps, die für die einfache Datenaufnahme sowie für die weitergehende Auswertung für Diagnosen oder Therapien verfügbar sind (vgl. Brühl, 2015, S. 95). Die IoT-Lösungen des Smart Health bestehen durch die Einbindung von Wearables in Form von Smartwaches oder ähnlichen Fitnesstrackern, die die Daten zunächst aufzeichnen und appbasiert auswerten (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Weiterhin bestehen IoT-Lösungen in Form von smarten Messgeräten, die im Notfall Hilfe rufen sowie smarte Medikamentendosen, die die Medikamenteneinnahme überwachen (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Das Unternehmen wirewire bietet z. B. mit der ANABOX smart über ein Abonnement eine intelligente Medikamentendose, die den Nutzer an die Medikamenteneinnahme erinnert und bei nicht erfolgter Einnahme eine App-Benachrichtigung an Angehörige senden kann (vgl. wirewire GmbH (Hrsg.), o. D.).

Wearables

Indem körpernahe Produkte durch technologische Komponenten erweitert werden, entsteht die Anwendung des IoT in Form von Wearables (vgl. Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.), 15. Oktober 2015, S. 29). Der Einsatz von Wearables kann am oder auch

im Körper den Nutzer durch die Analyse der aufgezeichneten Daten unterstützen (vgl. Kollmann, 2020, S. 15). Zu den Arten von Wearables zählen Smartwatches, sowie smarte Kleidung, Kopfhörer und Brillen, die dem Nutzer verschiedenste digitale Services bereitstellen (vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.), o. D.).
Das Technologieunternehmen Apple bietet mit seiner Apple Watch Series 8 eine Smartwatch, die neben der Anzeige der Zeit um Funktionen zur Schlaf- sowie Trainingsanalyse, Unfallerkennung mit automatisiert auslösendem Notruf, EKG-Erstellung sowie Navigation erweitert wurde (vgl. Apple Inc. (Hrsg.), o. D.).

3.2.2 Mobilität und Wohnen

Mobilität

Im Bereich Mobilität sind autonome und teilautonome Fahrzeuge zu finden, die intelligent navigieren oder den Fahrer z. B. beim Einparken unterstützen (vgl. Brühl, 2015, S. 85). Intelligente, vernetzte Fahrzeuge liefern dem Fahrer Informationen über seine Umwelt sowie die Verkehrssituation und setzen in Unfallsituationen selbstständig Notrufe ab (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Die IoT-Fähigkeit der Fahrzeuge wird über Sensoren erreicht, die neben den genannten Funktionen durch die Aufnahme der direkten Umgebungsbedingungen das autonome Fahren ermöglichen und damit auch zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr beitragen (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Der Automobilhersteller Tesla erweitert das klassische Fahrzeug bspw. beim Model S um einen Autopiloten zum Fahren auf der Autobahn sowie die Funktion, das Auto zum eigenen Standort zu rufen, woraufhin es sich automatisiert zu diesem begibt (vgl. Tesla (Hrsg.), o. D.a). Weiterhin ermöglicht Tesla dem Nutzer Updates der Fahrzeug-Software internetbasiert und drahtlos zu installieren (vgl. Tesla (Hrsg.), o. D.b).

Wohnen

Der Bereich Wohnen, auch Smart Home, bezeichnet die intelligente Unterstützung des Menschen im Wohnbereich, um sowohl zum Komfort als auch zur Sicherheit beizutragen. Die zentrale Funktion des Smart Home stellt die Konnektivität der vorhandenen Geräte dar, auf die der Mensch per Smartphone zugreifen und einwirken kann. Neben der aktiven Steuerung ist die Einrichtung von automatisierten Abläufen möglich (vgl. Foth, 2021, S. 15).

Der interviewte Hersteller von Smart Home-Produkten sieht einen Nutzen des Smart Homes in der Vereinfachung des Lebens und der Anwendung eines autonomen Lebensumfeldes. Weiterhin wurden Einsparung von Energie und Erhöhung der Sicherheit als Mehrwerte genannt (vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten).

Statista prognostiziert im Smart Home Bereich ein deutliches und kontinuierliches Umsatzwachstum. Demnach wird eine Steigerung des Umsatzes aus dem Jahr 2017 in Höhe von 37,08Mrd. € auf einen Wert von 212,83Mrd. € im Jahr 2027 erwartet. Für das Jahr 2023 wurde ein Umsatz von 135,90Mrd. € prognostiziert. Die smarten Haushaltsgeräte nehmen dabei den größten Umsatzanteil ein (vgl. Statista GmbH (Hrsg.), o. D.).

Smarte Haushaltsgeräte sind bspw. verfügbar von iRobot in Form von smarten Saugrobotern, die u. a. über eine WLAN- und App-Anbindung verfügen sowie intelligente Sprachassistenten unterstützen (vgl. iRobot Corporation (Hrsg.), o. D.). Samsung bietet einen smarten Kühl-/Gefrierschrank an, der mit einem Display ausgestattet ist und neben der Funktion als Steuerungszentrale, um über das IoT andere Smart Home-Geräte zu steuern, per Kamera den ortsunabhängigen Zugriff auf das Bild des Kühlschrankinhaltes erlaubt (vgl. Samsung Electronics GmbH (Hrsg.), o. D.).

Ein Beispiel für einen weiteren Anbieter bildet das Unternehmen Bosch. Die zentrale Steuerungseinheit in einem Bosch Smart Home System bildet der Smart Home Controller, der die Geräte verbindet und steuert. Ergänzt wird das System um die einzelnen smarten Geräte sowie die zugehörige App, mit der der Nutzer ortsunabhängig auf sein Smart Home System zugreifen kann (vgl. Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.), o. D.d).

„Smart Home Anwendungen haben großes Zukunftspotential.“

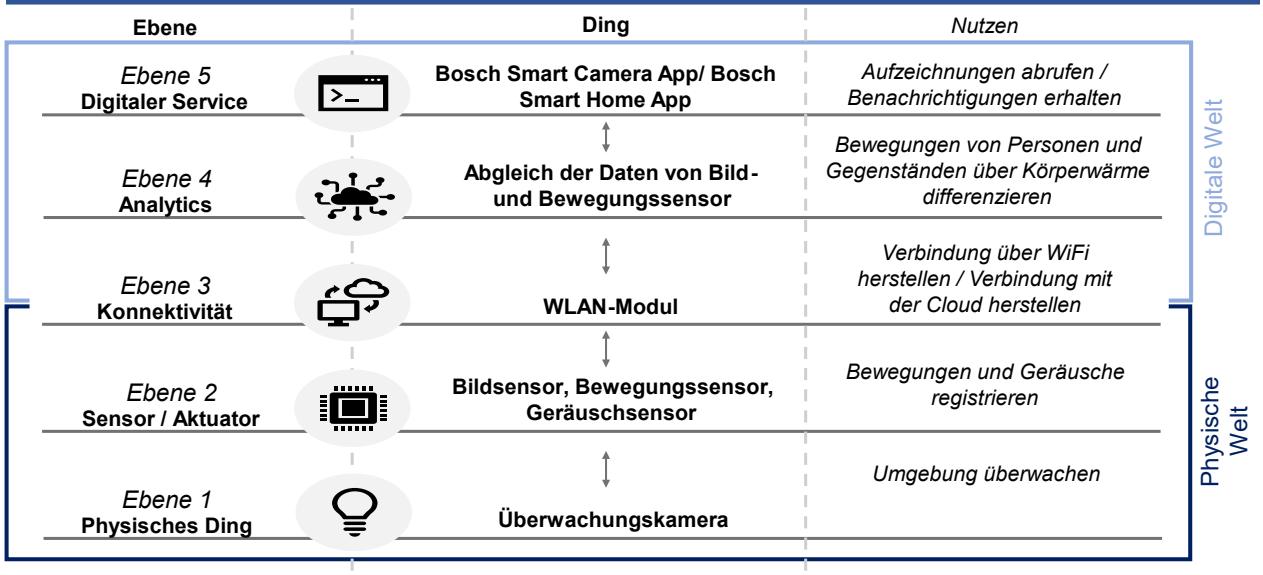
Im Produktportfolio smarter Lösungen von Bosch lassen sich u. a. smarte Kameras, Steckdosen, Thermostate und Tür- bzw. Fensterkontakte finden (vgl. Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.), o. D.b).

Als explizites Beispiel eines Smart Home-Gerätes wird an dieser Stelle die von Bosch angebotene Eyes Außenkamera betrachtet. Die smarte Überwachungskamera ist zur Erkennung von Bewegungen mit einem Bildsensor und zur anschließenden Differenzierung zwischen Personen und Gegenständen über Körperwärme mit einem Bewegungssensor ausgestattet. Zudem ist ein Geräuschsensor verbaut. Werden durch diese Sensoren Aktivitäten detektiert, wird eine Videoaufzeichnung des Kamerabildes gestartet. Der Nutzer erhält ortsunabhängig Benachrichtigungen der Kamera über sein Smartphone, kann damit über die Kamera kommunizieren und Videos sowie Livestreams des Kamerabildes abrufen. Die Speicherung der Videos erfolgt über einen in Deutschland befindlichen Cloud-Server. Für den isolierten Betrieb der Kamera ist die Bosch Smart Camera App und kein Smart Home Controller notwendig. Die Vernetzung mit weiteren Geräten des Smart Homes bedingt die Verbindung mit dem Controller und der Bosch Smart Home App. Die Internetverbindung erfolgt über WiFi (vgl. Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.), o. D.c).

Der Cloud-Speicher der Kamera kann über ein kostenpflichtiges und monatlich kündbares Abonnement erweitert werden (vgl. Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.), o. D.a).

Übertragen auf die Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/Wortmann ergeben sich anhand der dargestellten Eyes Außenkamera die Stufen nach Darstellung 9.

Darstellung 9: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/Wortmann am Beispiel der Eyes Außenkamera



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Fleisch/Weinberger/Wortmann, August 2014, S. 7.

Im Smart Home-Bereich findet aktuell die Einführung des Matter-Standards statt. Matter ist ein von einer Vielzahl beteiligter Unternehmen entwickeltes Open-Source-Projekt. Der Matter-Standard ist auf die Vereinfachung des Smart Homes sowie die Erhöhung der Verlässlichkeit, Sicherheit und Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern gerichtet. Nutzern soll damit die Konfiguration eines Smart Homes bestehend aus verschiedenen Geräten und Herstellern und deren Zusammenspiel vereinfacht werden (vgl. Connectivity Standards Alliance (Hrsg.), o. D.)

3.3 IoT2B: Anwendungen mit Unternehmensorientierung

3.3.1 Infrastruktur

Umwelt

Der Einsatz von IoT im Bereich Umwelt dient der intelligenten Überwachung der Umwelt und der Unterstützung der Reaktionsfähigkeit bei der Frühwarnung von Katastrophen. Durch Sensoren kann somit u. a. die Luft oder Wasserqualität überwacht werden (vgl. Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.), 15. Oktober 2015, S. 37).

Die über den Einsatz intelligenter Technologien erfassten Daten stehen in Echtzeit und ortsunabhängig zur Verfügung. Weiterhin ist eine Nutzung der Daten möglich, um die Umweltbelastung durch Unternehmen sowie die Auswirkung von Umweltbedingungen auf Unternehmen zu überwachen und auf diese zu reagieren (vgl. Pratt, 27. Mai 2021).

Neben dem Einsatz von IoT-Lösungen, die direkt auf die Umwelt gerichtet sind, hat der Einsatz von IoT in Unternehmen eine indirekte Wirkung auf die Umwelt. Durch die Effizienzsteigerung in Bereichen wie Materialeinsatz oder Energiemanagement wird neben der Beschleunigung der Prozesse auch eine Reduzierung der Kosten und Umweltbelastung erzielt. Dadurch besteht für Unternehmen zudem die Möglichkeit, zur Erreichung der Klimaziele Deutschlands beizutragen (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), o. D.a).

Gesundheit

Neben den IoT-Lösungen für Gesundheit bei Endkonsumenten besteht für das IoT2B die Möglichkeit, IoT-Lösungen in Kliniken zu verwenden. Es bestehen Lösungen, um u. a. die Auslastung der Kliniken durch intelligente Betten festzustellen oder Patientendaten zentral zusammenzuführen (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022).

Mobilität

Der Bereich Mobilität im Kontext des IoT2B umfasst diverse Anwendungen in der Verkehrsbranche, wie der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt sowie dem Bahnverkehr (vgl. Vukadinovic, November 2015, S. 6). In der Luft- und Raumfahrtindustrie werden mit IoT-Lösungen die Wertschöpfungskette vernetzt, Wartungsbedarfe und Qualitätsdefizite in Echtzeit überwacht, um frühzeitig handeln zu können, sowie digitale Zwillinge zur Verfügung gestellt (vgl. Welte/Klipphahn/Schäfer, 2020, S. 122). Über die Nutzung von IoT-Lösungen im Bahnverkehr werden Züge vernetzt, Instandhaltungsbedarfe bestimmt sowie automatisiert Waggons rangiert (vgl. Schmidt, 2018, S. 8).

Städte

Mit dem Konzept der Smart City wird auf die zunehmende Urbanisierung reagiert, indem das IoT genutzt wird, um die Lebensqualität von Stadtbewohnern zu erhöhen (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022).

Eine Befragung der Ernst & Young GmbH mit dem Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) hat ergeben, dass 57 % (n = 166) der Befragten das IoT als sehr relevante Technologie in der Energiewirtschaft ansehen. Intelligente Beleuchtung wurde von insgesamt 57 % (n = 89) sowie intelligente Parkraumbewirtschaftung von insgesamt 47 % (n = 89) als bereits umgesetztes oder in naher Zukunft geplantes Geschäftsmodell angegeben (vgl. Ernst & Young GmbH (Hrsg.), 2020, 13, 27).

Die Energieversorgung Mittelrhein AG (evm) ist ein rheinland-pfälzischer, regionaler Energieversorger, der als zusätzliche Dienstleistung Smart City Lösungen anbietet, in die sowohl die Belange der Mitarbeiter der Kommunen als auch der Bürger eingebunden werden. Die Lösungen befassen sich bspw. mit Parkräumen, Abfallwirtschaft und Bewässerungssystemen. Aus Sicht der Gesprächspartner der evm, die im Rahmen dieser Arbeit befragt wurden, entstehen für Kommunen, die Lösungen der Smart City verwenden, monetäre und nicht-monetäre Mehrwerte, indem die Erreichung von Klimazielen gestützt

und Mitarbeiter entlastet werden. Der Nutzen für den Bürger in einer Smart City liegt aus Sicht der Gesprächspartner in der Vereinfachung des Lebens sowie der Steigerung der Lebensqualität (vgl. Expertengespräch mit Linda Kuhl (evm, Innovation Manager Smart City und Energie IoT) und Tord Kasten (Externer Berater der evm)).

In der Smart City wird bspw. intelligentes Verkehrsmanagement angewendet. Dabei werden u. a. Kameras und Sensoren verwendet, um den Verkehrsfluss zu optimieren. Sie werden eingesetzt zur intelligenten Lichtsteuerung von Ampeln für eine Anpassung an die Lichtverhältnisse sowie zur Maßnahmenanalyse im Verkehrssystem. Weiterhin können Bauwerke überwacht und frühzeitig gewartet werden. Zudem kann die Smart City die Einbindung weiterer IoT-Anwendungsgebiete, wie die Bereiche intelligente Gebäude, Wohnen und Energie umfassen (vgl. Pratt, 27. Mai 2021).

„IoT-Lösungen können erhebliche Beiträge zu Energieeinsparungen in Gebäuden leisten."

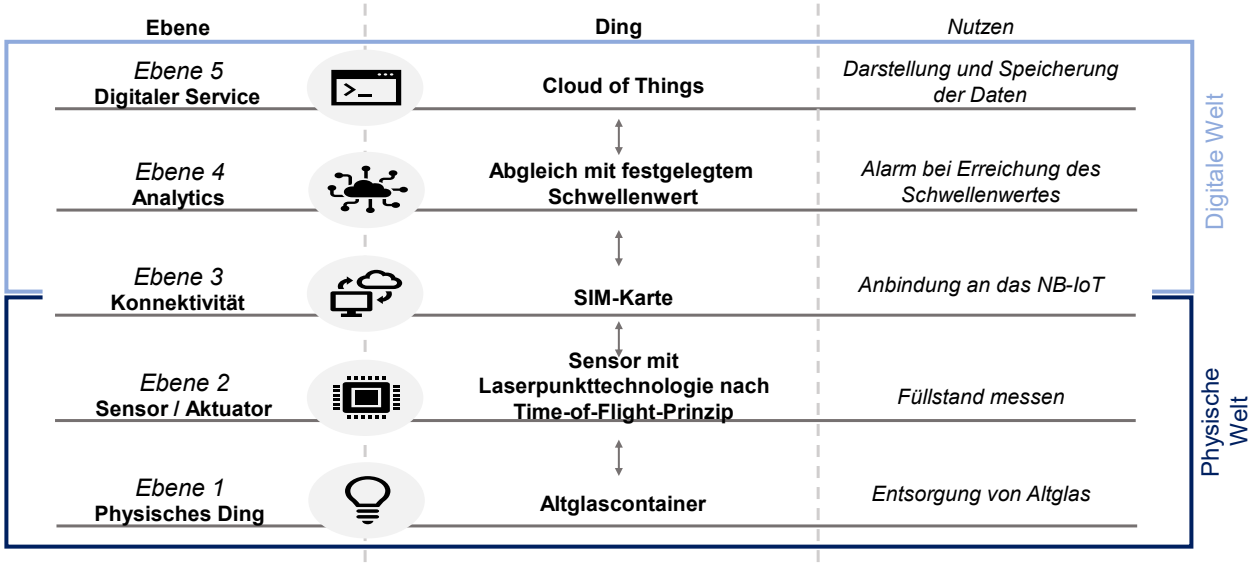
IoT-Technologien in Gebäuden wandeln diese in Smart Buildings, die zu einem selbststeuernden Energiemanagementsystem werden, was sowohl den Umwelteinfluss als auch die Sicherheit des Gebäudes erhöht (vgl. Brühl, 2015, S. 66).

Die Deutsche Telekom IoT GmbH bietet mit dem ITC^{Pro} einen laserbasierten Sensor, der mithilfe des Time-of-Flight-Prinzips den Füllstand von Behältern misst. Die Erreichung eines festgelegten Schwellenwertes löst einen Alarm aus. Die ermittelten Daten werden per NB-IoT über die „Cloud of Things" (CoT) der Telekom dem Nutzer bereitgestellt und gespeichert. Der Nutzer erhält einen Zugriff zur CoT, um über ein Dashboard die Daten anzeigen zu lassen (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), 02. Mai 2022).

Die SIM-Karte zur Anbindung an das NB-IoT ist im Füllstandssensor enthalten (vgl. Expertengespräch mit Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M für XL-Kunden)).

Dieser Anwendungsfall kann auch als Umrüstung des Altglascontainers zu einer IoT-Lösung gesehen werden. Übertragen auf die Wertschöpfungsstufen nach Fleisch/Weinberger/Wortmann entstehen die in Darstellung 10 ersichtlichen Stufen.

Darstellung 10: Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung nach Fleisch/Weinberger/Wortmann am Beispiel des ITC^{Pro}-Füllstandssensors



Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an: Fleisch/Weinberger/Wortmann, August 2014, S. 7.

3.3.2 IoT in der Produktion

Der Einsatz von IoT-Technologien im Produktionsumfeld wird auch als Industrie 4.0 bezeichnet (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 18; vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022). Die Vernetzung des Produktionsumfeldes erfasst den Gesamtprozess aus Logistik, Produktion und Service, der mit den CPS aus der Produktion verbunden ist (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 18). Die Smart Factory ist ein Bestandteil der Industrie 4.0 und trägt zur Effizienzsteigerung sowie der Verringerung der Störanfälligkeit bei (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 23). Im Rahmen der Smart Factory werden die Themen Selbstorganisation und Vernetzung der Produktion in Kombination mit Produkten, die ihre Bearbeitungsinformationen mit sich tragen, realisiert (vgl. Foth, 2021, S. 15). Diese Produkte, die in der Smart Factory produziert werden, werden als „Smart Products“ bezeichnet (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 23).

Einer Umfrage des Bitkom e.V. unter deutschen Industrieunternehmen mit mindestens 100 Beschäftigten (n = 553) zufolge, sahen 91 % der Befragten Unternehmen die Implementierung von Industrie 4.0 als wesentliches Merkmal zur Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit an (vgl. Raab, 24. Mai 2022, S. 2).

Die IoT-Lösungen im Produktionsumfeld bestehen bspw. in Form von intelligenten Fahrzeugen sowie Robotern in der Logistik oder auch Maschinen mit selbstständiger Wartungsanforderung (vgl. Infineon Technologies AG (Hrsg.), August 2022).

Das Unternehmen Jungheinrich bietet neben klassischen Transportfahrzeugen auch Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) an. Für den Bau dieser Fahrzeuge werden die klassischen Systeme um die zur Automatisierung benötigten Komponenten ergänzt. Verschiedene Sensoren an diesen Fahrzeugen, u. a. Personenschutzsensoren, stellen eine für die Umgebung gefahrenlose Fahrt dieser Systeme sicher. Die Navigation basiert auf Lasertechnologie. Mit der Implementierung dieser Fahrzeuge bei den Kunden wird eine ergänzende Software installiert (vgl. Jungheinrich AG (Hrsg.), o. D.a).

„Die Vernetzung von Maschinen verbessert deren Überwachung und Verfügbarkeit."

Damit entsteht von Jungheinrich ein Komplettsystem aus Soft- und Hardware zum automatisierten Transport mit einer Anbindungsmöglichkeit an weitere Systeme (vgl. Jungheinrich Vertrieb Deutschland AG & Co. KG (Hrsg.), o. D., S. 9). Die Vernetzung der Maschinen und weiteren Komponenten mit der Software und damit die Herstellung der IoT-Fähigkeit erfolgt über das Logistics Interface (vgl. Jungheinrich AG (Hrsg.), o. D.b).

Weiterhin können IoT-fähige Sensoren in Maschinen und Anlagen verbaut werden, um diese zu Überwachen und deren Verfügbarkeit zu erhöhen. Dazu werden Wartungen optimiert und Ausfälle reduziert. Neben dem Einsatz im eigenen Unternehmen kann Predictive Maintenance als Geschäftsmodell gegenüber den Kunden des Unternehmens etabliert werden (vgl. Günes, 13. April 2023).

3.4 Zwischenfazit

Wie dieses Kapitel aufgezeigt hat, werden mit dem IoT bestehende Geschäftsmodelle und Produktkonzepte verändert und erweitert. In verschiedenen Anwendungsbereichen, wie im Zuhause, in der Stadt sowie in der Wertschöpfungskette industrieller Produktion, haben sich IoT-Lösungen entwickelt. Diese unterstützen und automatisieren Leben und Arbeit, wodurch stetig mehr Berührungspunkte mit dem IoT entstehen. Für die vorliegende Arbeit werden die intelligente Füllstandsmessung in Abfallcontainern sowie smarte Außenkameras zur Steigerung der Sicherheit des Zuhauses des privaten Anwenders hervorgehoben. Dabei sind die von Fleisch/Weinberger/Wortmann aufgestellten Wertschöpfungsstufen einer IoT-Lösung auch in den hier betrachteten Lösungen wiederzufinden.

4 WIRTSCHAFTLICHKEITSBEWERTUNG AUSGEWÄHLTER IOT-LÖSUNGEN

Die in Kapitel 2 vorgestellten Verfahren werden nun zur Darstellung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ausgewählter Lösungen aus Kapitel 3 angewendet. Es erfolgen eine Betrachtung aus Anwenderperspektive, bei der die Investition in ein anzuschaffendes Produkt bewertet wird, und eine Betrachtung aus Herstellerperspektive, als Grundlage für die Entscheidung zur Investition in ein neues Produkt. Aus den geführten Expertengesprächen konnten Werte zur Berechnung gewonnen werden. Dennoch müssen in beiden Fällen Annahmen getroffen werden, um die Berechnungen durchzuführen.

4.1 Wirtschaftlichkeit smarter Entsorgung aus Anwenderperspektive

Für die folgenden Berechnungen wird angenommen, dass die im Stadtgebiet Koblenz befindlichen Altglascontainer mit dem ITC^{Pro} der Telekom ausgerüstet werden sollen.

Die Kapitalmarktdaten von PricewaterhouseCoopers zeigen für den Bereich Transport & Logistik einen WACC von 9,1 % für Juni 2023 auf (vgl. PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.), o. D.b). Basierend auf dieser Angabe wird der Kalkulationszinssatz in den folgenden Rechnungen konstant in einer Höhe von 9,1 % angenommen. Als Grundlage zur Berechnung der Anzahl der benötigten Sensoren wird von einem Containerstandplatz pro 800 Einwohnern mit jeweils einem Grün-, Weiß- sowie Braunglascontainer ausgegangen (vgl. Gemeinde Neuhausen auf den Fildern (Hrsg.), o. D.). Zudem wird die Einwohnerzahl der Stadt Koblenz mit 113.879 Einwohnern festgesetzt (vgl. Kommunale Statikstelle der Stadt Koblenz (Hrsg.), 2020). Damit wurde eine Anzahl von 142 vollständigen Standplätzen und somit 426 Containern ermittelt. Es wird je ein Sensor pro Container benötigt (vgl. s. aus den als Auszahlungen gewerteten Kosten für den Kauf und die Inbetriebnahme der Sensoren sowie für die Montage zum Zeitpunkt t_0 zusammen.

„Sensoren ermöglichen die permanente Überwachung des Füllstandes."

Für den Kauf und die Inbetriebnahme der Sensoren entstehen für eine Anzahl unter 500 ITC^{Pro} Sensoren Kosten von 60,00 €/Sensor. Weiterhin wird die ITC^{Pro} Kundeneinrichtung für einmalig 69,90 € benötigt. Zudem wird kalkuliert, dass eine Online-Schulung für die Produkte in Anspruch genommen wird, für die einmalige Kosten in Höhe von 199,00 € anfallen. Außerdem werden zehn Personentage für kundenspezifische Entwicklung und Beratung zu je 1.200 € angenommen. Alle Preisangaben entsprechen dem Nettopreis und müssen demnach noch um die Umsatzsteuer ergänzt werden (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), 04. Oktober 2022).

Es wird eine Montage durch die Müllwerker angenommen. In Anlehnung an das statistische Bundesamt wird ein Stundenlohn von 21 € brutto für Abfallbeseitigung festgesetzt (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.), 24. März 2022, S. 63). Es wird von zuzüglichen Lohnnebenkosten von 29 % auf den Bruttoverdienst ausgegangen (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.), 26. April 2023). Die Montagezeit wird mit 5 Minuten pro Sensor kalkuliert (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), Mai 2022). Damit entstehen Investitionsauszahlungen in Höhe von 45.993 € (s. Darstellung 11).

Darstellung 11: Berechnung der Investitionsauszahlung in t_0		
	Kauf der Sensoren	25.560 €
+	Kundeneinrichtung	69,90 €
+	Online-Schulung	199 €
+	Kundenspezifische Entwicklung und Beratung	12.000 €
=	**Nettobetrag Sensorkosten**	**37.829 €**
+	Umsatzsteuer (19 %)	7.188 €
=	**Bruttobetrag Sensorkosten**	**45.017 €**
+	Montagekosten	976 €
=	**Investitionsauszahlung in t_0**	**45.993 €**

Quelle: Eigene Darstellung

Die laufenden Kosten bestehen aus 2,50 €/Sensor netto, die monatlich für das IoT Basic Package der Telekom, das zur Anbindung an die Cloud of Things, Konnektivität und Support dazu genommen werden muss, abgerechnet werden (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), 04. Oktober 2022). Weiterhin wird für Wartung und Instandhaltung der Sensoren ein Betrag von 10 % der jährlichen Abschreibung kalkuliert. Damit entstehen jährliche Auszahlungen von 16.109 €.

Mit dem Einsatz des Füllstandssensors kann die Abholung der Altglascontainer nur nach Bedarf erfolgen, wodurch die Anfahrt von nicht vollständig gefüllten Containern vermieden wird (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), Mai 2022). Daher stellt der Einsatz der Füllstandssensoren für das Entsorgungsunternehmen der Stadt Koblenz keine umsatzsteigernde, sondern eine kosteneinsparende Maßnahme dar. Anstelle des Umsatzes wird der Betrag der Einsparung als Einzahlung verwendet. In Anlehnung an die Vorteile der Sensoren bei Remondis wird die Einsparung aus der Verringerung von Fahrten zur Kontrolle und Leerung der Altglascontainer angenommen, wodurch Arbeitszeit und Fahrtkosten reduziert werden (vgl. Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.), Mai 2022). Die SLOC GmbH schätzt die Höhe der möglichen Einsparung durch Smart Waste bei Altglascontainern auf bis zu 30 % der Kosten und Aufwände ein (vgl. SLOC GmbH (Hrsg.), o. D.). Angelehnt an diesen Wert wird eine konservative Annahme der Einsparungen in Höhe von 10 % für die Berechnungen unterstellt. Im Allgemeinen erfolgt eine wöchentliche Leerung der Altglascontainer (vgl. RESORTI GmbH & Co. KG (Hrsg.), 19. Mai 2017). Die Berechnung der Einsparung erfolgt ausgehend von der Berechnung der Leerungskosten ohne den Einsatz von Sensoren. Daher wird mit einer Leerung pro Woche gerechnet. Die Annahme für die jährlichen Gesamtkosten durch die Leerung der Altglascontainer liegt bei 808.053 €, womit eine angenommene jährliche Einsparung von 80.805 € entsteht. Zudem wird eine Nutzungsdauer von 5 Jahren angenommen (vgl. Expertengespräch mit Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M für XL-Kunden). Der Restwert wird mit 0 € angenommen.

Nach Kapitel 2.3 werden in den statischen Verfahren Gewinn- und Nachfrageschwankungen vernachlässigt. Aufgrund der pro Periode gleichbleibenden Einsparungen und Kosten werden daher im Rahmen der Anwenderperspektive nur solche Verfahren verwendet, womit in der Praxis der erhöhte Aufwand der dynamischen Verfahren gespart werden kann.

Gewinnvergleichsrechnung

In der Gewinnvergleichsrechnung wird deutlich, dass anstelle eines Umsatzes die Einsparung der Leerungskosten als Einzahlung addiert wird (s. Darstellung 12).

Darstellung 12: Gewinnvergleichsrechnung Füllstandssensor

	Umsatzeinzahlungen p. a.	0 €
-	Laufende Kosten pro Periode	16.109 €
-	Kalkulatorische Abschreibungen	9.003 €
+	Einsparung Leerungskosten p. a.	80.805 €
=	**Gewinn vor Zinsen p. a.**	**55.693 €**
-	Kalkulatorische Zinsen	2.093 €
=	**Gewinn nach Zinsen p. a.**	**53.600 €**

Quelle: Eigene Darstellung

Es entstehen ein Gewinn vor Zinsen p. a. von 55.693 € sowie Gewinn nach Zinsen p. a. von 53.600 €. Über die gesamte Nutzungsdauer von 5 Jahren entstehen somit ein Gesamtgewinn vor Zinsen von 278.465 € sowie ein Gesamtgewinn nach Zinsen von 268.000 €.

Rentabilitätsrechnung

Zur Berechnung der Rentabilität wird der Gewinn vor Zinsen durch das durchschnittlich investierte Kapital geteilt, das sich aus der Halbierung der Investitionsauszahlung ergibt.

$$Rentabilität\ p.a.\ (ROI) = \frac{55.693\ €}{\frac{45.993\ €}{2}} = 242\ \%$$

Es entsteht eine durchschnittliche Rentabilität p. a. und damit Verzinsung auf das durchschnittliche Kapital von 242 %.

Sensitivitätsanalyse

Das Einsparpotenzial ist von verschiedenen Faktoren abhängig und demnach schwer festzusetzen (vgl. Expertengespräch mit Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M

für XL-Kunden)). Daher wird der Betrag der Ersparnis als unsicher angenommen. An dieser Stelle wird beispielhaft die Sensitivitätsanalyse durchgeführt (s. Darstellung 13), um die Auswirkungen des Einsparbetrages auf die Ergebnisse der Investitionsrechnung zu überprüfen. Die angenommene Ersparnis von 10 % wird jeweils um 5 Prozentpunkte verringert sowie erhöht, um die dadurch gewonnen Werte sowie die entstehende prozentuale Abweichung zur ursprünglichen Ersparnis darzustellen. Das Delta (Δ) stellt die prozentuale Änderung der ermittelten Kennzahlen bei geändertem Ersparnisbetrag zu dem bei einer Ersparnis von 10 % ermittelten Wert dar.

Darstellung 13: Sensitivitätsanalyse Füllstandssensor

Größe	Ersparnis 5 % (-5 Prozentpunkte)		Ersparnis 10 %	Ersparnis 15 % (+5 Prozentpunkte)	
	Wert	Δ		Wert	Δ
Gewinn vor Zinsen p. a. [€]	15.290	-72,55 %	55.693	96.096	+72,55 %
Gewinn nach Zinsen p. a. [€]	13.198	-75,38 %	53.600	94.003	+75,38 %
Rentabilität vor Zinsen [%]	66	-72,55 %	242	418	+72,55 %

Quelle: Eigene Darstellung

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen auf, dass eine geringere Ersparnis (5 %) weiterhin positive Ergebnisse erzielt, was darauf hindeutet, dass eine geringere Ersparnis durch die Einsparungen aufgefangen werden kann. Demgegenüber erzielt eine Erhöhung des Ersparnisbetrages um ca. 70 % bessere Ergebnisse. Es kann für jede Größe umgekehrt ermittelt werden, ab welchem kritischen Ersparnisbetrag die Investition vorteilhaft ist.

4.2 Wirtschaftlichkeit eines Smart Home-Produktes aus Herstellerperspektive

Für die Darstellung aus Herstellerperspektive wird die Wirtschaftlichkeit anhand des Angebotes eines Smart Home-Produktes durch ein fiktives, in Deutschland ansässiges Unternehmen X ermittelt. Es wird unterstellt, Unternehmen X biete u. a. elektronische Konsumgüter an, die über Einzelhändler an den Endverbraucher vertrieben werden. Neben klassischen Elektrogeräten befinden sich auch smarte Geräte im Sortiment. Im Zuge der Einführung des Matter-Standards soll nun die Wirtschaftlichkeit durch das Angebot einer neuen smarten Kamera mit Beleuchtung für den Außenbereich geprüft werden. Es wird davon ausgegangen, dass die smarte Kamera von Unternehmen X entwickelt und durch einen nahegelegenen Fertigungsbetrieb produziert wird. Außerdem wird angenommen, dass eine kostenfreie App zur Steuerung der Kamera angeboten wird, die aufgrund anderer Smart Home Produkte bereits besteht. Die (Weiter-)Entwicklung dieser App ist somit kein Bestandteil dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Für den Bereich Handel und Konsumgüter ist im Juni 2023 ein WACC von 8,4 % zu verzeichnen (vgl. PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.), o. D.a). Der Kalkulationszinssatz wird demnach für die Berechnung aus Herstellerperspektive in einer konstanten Höhe von

8,4 % angenommen. Ausgehend von den Angaben eines Herstellers von Smart Home-Produkten werden fünf eingestellte Entwickler für eine zweijährige Entwicklungsphase kalkuliert (vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten). Nach dem statistischen Bundesamt liegt der durchschnittliche Bruttomonatsverdienst in Forschung und Entwicklung bei 6.023 € (vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.), 24. März 2022, S. 140). Dieses Gehalt wird zuzüglich dem bereits in Kapitel 4.1 verwendeten Lohnnebenkostenzuschlag von 29 % als Entwicklungskosten und damit als die Investitionsauszahlungen angenommen. Aus Herstellersicht gliedert sich die Zeit vom Start der Entwicklung bis zum Ende des Verkaufes im Produktlebenszyklus in die wirtschaftlich wichtigen Phasen des Entwicklungszyklus [-N,0] und des Marktlebenszyklus [1,N] (vgl. Schlink, 2019, S. 383). An dieser Stelle werden nur diese beiden Phasen in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen. Für die Entwicklung entstehen insgesamt Investitionsauszahlungen von 932.361 €, die in gleicher Höhe auf die Entwicklungsperioden -1 und 0 verteilt werden. Kosten durch Prototypen werden an dieser Stelle vernachlässigt. Die Entwicklung wird von Januar 2024 bis Dezember 2025 angenommen, womit der Marktlebenszyklus ab Januar 2026 startet. Der Marktlebenszyklus wird in Anlehnung an das Expertengespräch mit 3 Jahren angenommen (vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten).

„Die Preisbildung erfolgt kunden- und wettbewerbsorientiert."

Im Expertengespräch wurde durch den Gesprächspartner beschrieben, dass im Anschluss an eine Analyse des Marktpotenzials bei bestehender Konkurrenz ein Preis für den Endverbraucher festgelegt wird, an dem alle Berechnungen orientiert werden. Weiterhin wurde das Vorgehen beschrieben, von diesem Preis die Spannen der Einzelhandelsunternehmen und des Herstellers zuzüglich der beim Hersteller anfallenden Kosten abzuziehen, um zu ermitteln, ob ein potenzieller Gewinn entsteht (vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten).

Die Vorgehensweise wird im Zuge dieses Kapitels an die beschriebene Vorgehensweise aus der Praxis angelehnt. Zur Ermittlung der hier dargestellten Werte wurden weitere Rechnungen durchgeführt, die im Zuge dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt werden. Zunächst wurden Absatzzahlen kalkuliert (s. Darstellung 14) und der Verkaufspreis der Kamera für den Endverbraucher mit 200,00 € festgelegt. Von diesem Preis werden ebenfalls Spannen für Einzelhändler und Unternehmen X abgezogen. Davon ausgehend wurden 117,65 € als Verkaufspreis von Unternehmen X ermittelt. Mit den so gewonnenen Ergebnissen wurden anschließend die variablen und fixen Kosten ermittelt. Es wurden 80,01 € laufende variable Stückkosten sowie Jahresfixkosten von 1.569.525 € kalkuliert, die während des Marktlebenszyklus in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Auszahlungen aufgenommen werden. Ein Restwert wird ausgeschlossen.

Darstellung 14: Absatzmengen smarte Außenkamera

Jahr	2024	2025	2026	2027	2028	Summe
Absatzmenge [Stk]	-	-	51.632	84.736	135.192	**271.560**
Phase	Entwicklung		Verkauf			

Quelle: Eigene Darstellung

Der im Zuge der Herstellerperspektive behandelte Fall wird unter der Annahme von Nachfrage- und Gewinnschwankungen durchgeführt. Mit Blick auf die in Kapitel 2.3 beschriebenen Vor- und Nachteile der Rechenverfahren ergibt sich, dass daher die Anwendung der dynamischen Verfahren geeigneter ist, als die der statischen Verfahren.

Kapitalwertmethode

In der Entwicklungsphase erfolgt eine Askontierung der Rückflüsse (vgl. Schlink, 2019, S. 385-387). Die Berechnung des Kapitalwertes ist zunächst in tabellarischer Form (s. Darstellung 15) dargestellt, um die Ermittlung der variierenden Rückflüsse aufzuzeigen.

Darstellung 15: Kapitalwertmethode smarte Außenkamera

Jahr	Einzahlungen	Auszahlungen	Rückfluss	Barwerte
-1	0 €	466.181 €	-466.181 €	-505.340 €
0	0 €	466.181 €	-466.181 €	-466.181 €
1	6.074.505 €	5.700.601 €	373.903 €	344.929 €
2	9.969.190 €	8.349.252 €	1.619.938 €	1.378.605 €
3	15.905.339 €	12.386.237 €	3.519.102 €	2.762.765 €
Kapitalwert				**3.514.780 €**

Quelle: Eigene Darstellung

Die aufgezeigten Barwerte ergeben sich über die folgende Diskontierung und Askontierung der Rückflüsse:

$$KW_0 = -\frac{466.181\ €}{(1+0{,}084)^{-1}} - 466.181\ € + \frac{373.903\ €}{(1+0{,}084)^{1}} + \frac{1.619.938\ €}{(1+0{,}084)^{2}} + \frac{3.519.102\ €}{(1+0{,}084)^{3}}$$
$$= \mathbf{3.514.780}\ €$$

Da der Kapitalwert mit 3.514.780 € größer als 0 ist, handelt es sich um eine lohnende Investition. Der positive Kapitalwert zeigt, dass der kalkulatorische Zins überkompensiert wird.

Dynamische Amortisationszeit

Darstellung 16: Dynamische Amortisationsrechnung smarte Außenkamera

Jahr	Rückfluss	Barwerte	Kumulierte Barwerte
-1	-466.181 €	-505.340 €	-505.340 €
0	-466.181 €	-466.181 €	-971.520 €
1	373.903 €	344.929 €	-626.591 €
2	1.619.938 €	1.378.605 €	752.014 €

Quelle: Eigene Darstellung

Der kumulierte Barwert wird in Jahr 2 erstmals positiv, womit mit der Methode der dynamischen Amortisationszeit eine Amortisation in Jahr 2 ermittelt wird (s. Darstellung 16).

Sensitivitätsanalyse

Als unsichere Größe wird für die hier dargestellte Sensitivitätsanalyse die Höhe des Absatzes gewählt. Es wird analysiert, welche Abweichungen durch eine Änderung der Absatzzahlen um jeweils +/-15 % resultieren (s. Darstellung 17). Das Delta (Δ) stellt an dieser Stelle die prozentuale Änderung dar, die sich bei den ermittelten Kennwerten unter Berücksichtigung der geänderten Absatzmenge ergibt. Die Änderung bezieht sich auf die Werte, die mit der ursprünglichen Absatzmenge (+/-0 %) ermittelt wurden.

Darstellung 17: Sensitivitätsanalyse smarte Außenkamera

Größe	Absatzmenge -15 %		Absatz-menge +/-0 %	Absatzmenge +15 %	
	Wert	Δ		Wert	Δ
Kapitalwert [€]	2.239.464	-36,3 %	3.514.780	4.790.095	+36,3 %
Dyn. Amortisation [Jahre]	2	+0,0 %	2	2	+0,0 %

Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Zwischenfazit

Die vorliegende Arbeit hat exemplarisch die Möglichkeiten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in monetärer Form dargestellt. Die Betrachtungen unterliegen einigen Annahmen, die getroffen werden mussten. Es ist davon auszugehen, dass in der unternehmerischen Praxis die Anzahl der Annahmen reduziert, jedoch nicht gänzlich eliminiert werden kann. Der Detaillierungsgrad der Berechnungen ist dabei im Anwendungsfall festzulegen.

Die Ergebnisse der Verfahren beider behandelter Produkte deuten objektiv und nach Betrachtung der absoluten Vorteilhaftigkeit auf eine insgesamt vorteilhafte Investition hin. Die Durchführung der Sensitivitätsanalyse zeigt bei beiden Lösungen, dass auch die Verringerung der Ersparnis bzw. Absatzmenge weiterhin objektiv positive Ergebnisse erzielt. Alle Ergebnisse sind jedoch subjektiv mit den Erwartungen abzugleichen und zu bewerten.

5 HINDERNISSE VON IOT-LÖSUNGEN

Durch den Einsatz von IoT in den damit verbundenen Anwendungsgebieten entstehen neben den damit verbundenen Vorteilen durch neue Geschäftsmodelle und Wirtschaftlichkeit auch Hindernisse. Die technologischen Hindernisse bestehen u. a. aus Sicherheit und Interoperabilität (vgl. Mattern/Flörkemeier, 2010, S. 112f.). Als gesellschaftliches Hindernis ist die Akzeptanz von cyber-physischen Systemen zu nennen (vgl. Geisberger/Broy, März 2012, S. 26).

5.1 Sicherheit von Objekten und Daten

Sowohl die Angriffsfläche als auch die Auswirkungen durch Cyberangriffe werden durch die zunehmende Vernetzung im Unternehmen erhöht und bedingen weitreichende Maßnahmen- und Berechtigungskonzepte in Technik und Organisation der Wertschöpfungskette (vgl. Junker, 2015, S. 650).

Der Einsatz von IoT-Technologien eröffnet unbefugten Personen die Möglichkeit, Unternehmen zu Opfern von Cyberangriffen für Industriespionage über die Videoüberwachung oder die Abschaltung von Produktionsanlagen zu machen. Die verwendeten IoT-Technologien können sowohl als Schwachstelle zum Zugriff auf das weitere Unternehmensnetzwerk als auch als das direkt zu manipulierende Objekt benutzt werden (vgl. Wilczek, 2021, S. 81).

„IoT-Lösungen erfordern eine besonders hohe Datensicherheit."

Außerdem kann die Sicherheit im Rahmen der Industrie 4.0 in die Bereiche der **Betriebssicherheit**, die die Sicherheit beschreibt, die von dem Objekt auf die Umgebung ausgeht, sowie die **Angriffssicherheit**, die die Sicherheit der Objekte selbst und damit den Schutz der durch die Objekte zugängigen Informationen bezeichnet. Die Vernetzung in Industrie 4.0, die den Transfer von Daten über mehrere Wertschöpfungsstufen im Unternehmen hinweg bedingt, stellt die Anwender bei der Umsetzung vor neue Herausforderungen, um die Sicherheit zu gewährleisten. Dabei spielen Security by Design sowie der Aufbau von IT-Sicherheitsverfahren eine wesentliche Rolle. Security by Design bezeichnet die kontinuierliche Beachtung von Sicherheitsaspekten begleitend zum Aufbau der Produktionssysteme. Um die Sicherheit in der vernetzten Produktion zu gewährleisten, ist ein Gesamtkonzept aufzustellen, dass die Auswirkungen von Sicherheitsmechanismen auf die weiteren Systeme berücksichtigt und damit einen Negativeinfluss auf den Produktionsablauf verhindert. Die Beachtung von Sicherheitsaspekten ist auch aus Kostengründen nicht zu vernachlässigen, um der Entstehung von Kosten durch Produktionsausfälle vorzubeugen (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 50-54).

Neben der Betriebs- und Angriffssicherheit ist auch der **Datenschutz** personenbezogener Daten der Mitarbeiter im Sicherheitskonzept zu beachten (vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche

Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), April 2013, S. 55). Nach einer Befragung im Jahr 2018 durch Deloitte unter Konsumenten, die kein Smart Home nutzen, gaben 33 % der Befragten an, Smart Home-Lösungen aufgrund unzureichenden Datenschutzes nicht nutzen zu wollen (vgl. Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.), Mai 2018, S. 15). Der rechtliche Rahmen zum Schutz dieser personenbezogenen Daten wird durch die DSGVO vorgegeben, wonach das Unternehmen als Verantwortlicher gilt und somit im Falle eines unbefugten Zugriffes auf diese Daten haftbar ist (vgl. Wilczek, 2021, S. 81).

Zur Erhöhung der Datensicherheit sind die Verschaffung eines Überblickes über die verwendeten Systeme, die konsequente Durchführung von Updates sowie die Bestimmung eines Vorgehens im Falle eines Angriffes notwendig (vgl. Wilczek, 2021, S. 81f.). Weiterhin tragen u. a. die Reduzierung der Schnittstellen, die wiederholte Überprüfung der Sicherheitssysteme durch Angriffssimulation als auch die Verschärfung von Authentisierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit bei (vgl. Herzog, 2018, S. 476). Zudem kann der Einsatz von künstlicher Intelligenz die Sicherheit des Netzwerkes erhöhen, indem diese sich selbstständig aktualisiert und eine erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit auf Abweichungen im System aufweist, womit die Fehleranfälligkeit durch menschliches Handeln eliminiert wird (vgl. Wilczek, 2021, S. 82). Auch die Separation in vertikale und horizontale Teilnetze trägt zur Erhöhung der Sicherheit bei, da dadurch bspw. der Übergriff von administrativen Bereichen auf den laufenden Produktionsbetrieb verhindert werden kann (vgl. Junker, 2015, S. 650).

„Bosch setzt aus Sicherheitsgründen auf den Serverstandort Deutschland."

Die Robert Bosch Smart Home GmbH gibt an, aufgrund des hohen Sicherheitsgrades und Datenschutzes Cloud Server an einem deutschen Standort zu verwenden (vgl. Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.), o. D.c). Auch die befragten Gesprächspartner der Telekom und des Smart Home-Herstellers gaben an, in Deutschland befindliche Server wegen der Datensicherheit zu nutzen (vgl. Expertengespräch mit Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M für XL-Kunden)); vgl. Expertengespräch mit einem Hersteller von Smart Home-Produkten). Die Gesprächspartner der evm erklärten, die Sicherheitssysteme der evm würden getestet und die Maßnahmen zum Datenschutz in Abhängigkeit von der Datensensibilität angepasst (vgl. Expertengespräch mit Linda Kuhl (Energieversorgung Mittelrhein AG (evm), Innovation Manager Smart City und Energie IoT) und Tord Kasten (Externer Berater der evm)).

5.2 Weitere Hindernisse

Die Möglichkeit der Kollaboration unterschiedlicher Systeme wird mit dem Begriff **Interoperabilität** beschrieben, mit dem Zweck der reibungslosen Übergabe von Informationen (vgl. Bracht/Geckler/Wenzel, 2018, S. 184). Die differierenden technischen Zusammensetzungen in den Anwendungsfällen des IoT bedingen eine gleichartige Funktionsweise der verschiedenen Objekte (vgl. Mattern/Flörkemeier, 2010, S. 112). Die Interoperabilität auf dem Shopfloor bedeutet gleichzeitig, dass die verwendeten Objekte als Plug & Produce nutzbar sind (vgl. Wegener, 2019, S. 79). Die Interoperabilität ist sowohl für die Software- als auch Hardwarekomponenten von cyber physischen Systemen wichtig (vgl.

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.), Dezember 2011, S. 25). Zur Förderung der Interoperabilität bei Smart Home-Lösungen trägt die Einführung des Matter-Standards bei (vgl. Connectivity Standards Alliance (Hrsg.), o. D.).

Die Gesprächspartnerin der Telekom erklärte, dass die Umsetzung von IoT-Lösungen in Unternehmen behindert wird, wenn keine durchgängige **Akzeptanz** im Unternehmen vorhanden ist, was auch darauf zurückzuführen ist, dass nicht für jeden ein Vorteil durch diese Lösungen entsteht (vgl. Expertengespräch mit Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M für XL-Kunden)). Die Gesprächspartner der evm gaben an, die Akzeptanz der Nutzer und Endkunden mit der Einbindung in den Prozess und der Erläuterung der Mehrwerte der Lösungen steigern zu wollen sowie die Sorge um den Abbau von Arbeitsplätzen zu eliminieren (vgl. Expertengespräch mit Linda Kuhl (Energieversorgung Mittelrhein AG (evm), Innovation Manager Smart City und Energie IoT) und Tord Kasten (Externer Berater der evm)).

5.3 Zwischenfazit

Allein durch die Fülle von Informationen kann die Sicherheit von Objekten und Daten als das wohl größte und verbreitetste Hindernis bei IoT-Lösungen angesehen werden. Schon in der Konzeption von IoT-Projekten ist die Sicherheit mitzudenken. Sicherheitskonzepte müssen entworfen werden, um die Sicherheit von Unternehmensdaten sowie personenbezogenen Daten zu gewährleisten. Darüber hinaus ist die Interoperabilität wichtig, um für den Anwender den Nutzen aus der IoT-Lösung und deren Möglichkeiten zu erhöhen. Es ist zu erwarten, dass der stetige Ausbau von IoT-Lösungen auch die Anforderungen an Sicherheitsthemen und Interoperabilität erhöht. Ferner sind Maßnahmen zur Akzeptanzsteigerung notwendig, um die Verwendung und den Ausbau von IoT-Lösungen zu etablieren und zu fördern. Sowohl Mitarbeiter als auch Endkunden müssen von den Lösungen profitieren.

6 Zusammenfassung

Mit dem IoT (Internet of Things, Internet der Dinge) können Menschen, Maschinen und weitere Objekte untereinander kommunizieren. Damit werden physische und virtuelle Welt vereint. Zudem hat das IoT zur Verbreitung der Digitalisierung beigetragen. Mit dem IoT verbunden sind CPS, Netzwerktechnologien, wie das Narrowband IoT, sowie Cloud-Technologien.

Zur Bewertung der monetären Wirtschaftlichkeit sind statische Verfahren von dynamischen Verfahren, die abweichende Zeitpunkte der Zahlungsflüsse von Ein- und Auszahlungen berücksichtigen, zu differenzieren. Im Anschluss an diese Verfahren kann eine Sensitivitätsanalyse den Einfluss von Unsicherheit der Eingangsgrößen auf die Ausgangsgrößen darstellen. Zur Bewertung nicht monetärer Faktoren kann die Nutzwertanalyse hinzugezogen werden.

„Das IoT vereint die physische mit der virtuellen Welt."

Mit dem IoT wurde die Entwicklung von digitalen Geschäftsmodellen gefördert, was Fleisch/Weinberger/Wortmann in den Wertschöpfungsstufen einer IoT Lösung aufzeigen. Die Anwendung von IoT-Lösungen erfolgt in sämtlichen Lebensbereichen, vom Zuhause des Privatanwenders, in der Stadt, über industrielle und agrarwirtschaftliche Produktion bis zur medizinischen und infrastrukturellen Versorgung. Exemplarisch betrachtete Lösungen stellen Füllstandssensoren in Altglascontainern (Anwenderperspektive) sowie das Angebot einer intelligenten Außenkamera (Herstellerperspektive) dar. In beiden Fällen werden gemäß den Wertschöpfungsstufen physische Produkte um Sensortechnik und die Anbindung an ein Netzwerk sowie das Angebot eines digitalen Services für den Nutzer erweitert. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann aus Anwender- sowie Herstellerperspektive unter Annahmen exemplarisch durchgeführt werden. Beide Anwendungen haben unter den getroffenen Annahmen objektiv eine absolute Vorteilhaftigkeit erzielt. Die Ergebnisse sind in der Praxis mit den subjektiven Erwartungen abzugleichen.

Neben wirtschaftlichen Vorteilen sind Hindernisse bei IoT-Lösungen zu bewältigen, die sich auf die Sicherheit von Objekten und Daten, Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern und der Akzeptanz durch die Nutzer beziehen.

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (Dezember 2011): *Cyber-Physical Systems*: *Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion*, Berlin/München Dezember 2011, URL: <https://www.acatech.de/publikation/cyber-physical-systems/>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Alliance for Internet of Things Innovation (Hrsg.) (15. Oktober 2015): *Internet of Things Applications*, o. O. 15. Oktober 2015, URL: <https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTIWG01Report2015-Applications.pdf>, aufgerufen am: 01. August 2023.

Apple Inc. (Hrsg.) (o. D.): *Apple Watch Series 8*, o. D., URL: <https://www.apple.com/de/apple-watch-series-8/>, aufgerufen am: 08. Juni 2023.

Bartsch, M. / Frey, S. (Hrsg.) (2018): *Cybersecurity best practices*: *Lösungen zur Erhöhung der Cyberresilienz für Unternehmen und Behörden*, Springer Vieweg, Wiesbaden 2018.

Bracht, U. / Geckler, D. / Wenzel, S. (2018): *Digitale Fabrik*: *Methoden und Praxisbeispiele*, 2. Aufl., Springer Vieweg, Berlin 2018.

Brühl, V. (2015): *Wirtschaft des 21. Jahrhunderts*: *Herausforderungen in der Hightech-Ökonomie*, Springer Gabler, Wiesbaden 2015.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.) (o. D.): *Wearables sicher nutzen*: *Wearables – Fitnesstracker, Smartwatch und intelligente Kleidungsstücke*, o. D., URL: <https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Internet-der-Dinge-Smart-leben/Smart-Home/Wearables/wearables_node.html>, aufgerufen am: 12. Juni 2023.

Bundesministerium des Innern und für Heimat / Bundesverwaltungsamt (Hrsg.) (o. D.): *Organisationshandbuch - Qualitative Bewertungsmethoden*, o. D., URL: <https://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/65_Wirtschaftlichkeitsuntersuchung/652_Qualitative/qualitative-node.html>, aufgerufen am: 07. Juli 2023.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.) (o. D.a): *Internet der Dinge*, o. D., URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/internet-der-dinge.html>, aufgerufen am: 01. Mai 2023.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.) (o. D.b): *Was ist Digitalisierung?*, o. D., URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Was-ist-Digitalisierung/was-ist-digitalisierung.html>, aufgerufen am: 17. April 2023.

Bundesnetzagentur (Hrsg.) (o. D.): *Internet of Things*, o. D., URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Internet/IoT/start.html>, aufgerufen am: 01. Mai 2023.

Burger, A. / Keipinger, P. (2016): *Investitionsrechnung*: *Grundlagen, Beispiele, Übungsaufgaben mit Musterlösungen*, Verlag Franz Vahlen GmbH, München 2016.

Connectivity Standards Alliance (Hrsg.) (o. D.): *Matter Executive Overview*, o. O. o. D., URL: <https://csa-iot.org/wp-content/uploads/2022/09/22-Matter-Executive-Overview-One-Pager.pdf>, aufgerufen am: 28. Juli 2023.

Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.) (März 2016): *Industrielles Internet der Dinge und die Rolle von Telekommunikationsunternehmen*: *Hype oder vernetzte Revolution?*,

März 2016, URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte_TMT_Industrielles%20Internet%20der%20Dinge.pdf>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Deloitte Touche Tohmatsu Limited (Hrsg.) (Mai 2018): *Smart Home Consumer Survey 2018*: *Ausgewählte Ergebnisse für den deutschen Markt*, o. O. Mai 2018, URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Deloitte_TMT_Smart_Home_Studie_18.pdf>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.) (o. D.a): *Nachhaltig mit IoT*: *Grüner, digitaler, effizienter dank IoT*, o. D., URL: <https://iot.telekom.com/de/nachhaltig-mit-iot>, aufgerufen am: 13. Juni 2023.

Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.) (o. D.b): *NarrowBand IoT / LTE-M*: *Die Maschinen- und Sensorennetze*, o. D., URL: <https://iot.telekom.com/de/netze-tarife/narrowband-iot-lte-m>, aufgerufen am: 03. Juli 2023.

Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.) (Mai 2022): *Smarte Füllstandsmessung*, Bonn Mai 2022.

Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.) (02. Mai 2022): *IoT Füllstandsmesser Leistungsbeschreibung*, Bonn 02. Mai 2022.

Deutsche Telekom IoT GmbH (Hrsg.) (04. Oktober 2022): *Kundenpreisliste*: *IoT Füllststandmessung ITCPRO*, Bonn 04. Oktober 2022.

Ernst & Young GmbH (Hrsg.) (2020): *Stadtwerkestudie 2020*: *Warum Wachstum in der Energiewirtschaft nur gemeinsam gelingt*, o. O. 2020, URL: <https://www.bdew.de/media/documents/EY_BDEW_-20-032_STU_Stadtwerke2020_BKL_2009-032.pdf>, aufgerufen am: 30. Juli 2023.

Fiedler, R. (2014): *Controlling von Projekten*: *Mit konkreten Beispielen aus der Unternehmenspraxis - Alle Aspekte der Projektplanung, Projektsteuerung und Projektkontrolle*, 6. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden 2014.

Fleisch, E. / Weinberger, M. / Wortmann, F. (August 2014): *Geschäftsmodelle im Internet der Dinge*, o. O. August 2014, URL: <https://www.iot-lab.ch/wp-content/uploads/2014/09/GM-im-IOT_Bosch-Lab-White-Paper.pdf>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Foth, E. (2021): *Smarte Services mit künstlicher Intelligenz*: *Best Practices der Transformation zum digitalisierten, datengetriebenen Unternehmen*, Springer Vieweg, Wiesbaden 2021.

Geisberger, E. / Broy, M. (März 2012): *agendaCPS – Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*, Garching/München März 2012, URL: <https://www.acatech.de/publikation/agendacps-integrierte-forschungsagenda-cyber-physical-systems/>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Gemeinde Neuhausen auf den Fildern (Hrsg.) (o. D.): *Die Regel ist ein Standplatz pro 1000 Einwohner*, Neuhausen auf den Fildern o. D., URL: <https://www.neuhausen-fildern.de/manageraktuelles/aktuelles/meldungen/die-regel-ist-ein-standplatz-pro-1000-einwohner/>, aufgerufen am: 10. Juli 2023.

Gillis, A. S. (März 2022): *What is the internet of things (IoT)?*, März 2022, URL: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>, aufgerufen am: 01. Mai 2023.

Gläß, R. / Leukert, B. (Hrsg.) (2017): *Handel 4.0*: *Die Digitalisierung des Handels - Strategien, Technologien, Transformation*, Springer Gabler, Berlin/Heidelberg 2017.

Günes, Ü. (13. April 2023): *Neue Geschäftsmodelle mit IoT: 10 Beispiele aus der Praxis*, 13. April 2023, URL: <https://iot.telekom.com/de/blog/neue-iot-geschaeftsmodelle-10-beispiele-aus-der-praxis>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Hanschke, I. (2018): *Digitalisierung und Industrie 4.0 - einfach und effektiv*: *Systematisch und lean die digitale Transformation meistern*, Carl Hanser Verlag, München 2018.

Heesen, B. / Heesen, M. J. (2021): *Investitionsrechnung für Praktiker*: *Fallorientierte Darstellung der Verfahren und Berechnungen*, 4. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden 2021.

Herzog, S. (2018): *IT-Sicherheit in Industrienetzen – IoT und IIoT*, in: Bartsch, M./Frey, S. (Hrsg.) (2018): Cybersecurity best practices: Lösungen zur Erhöhung der Cyberresilienz für Unternehmen und Behörden, Springer Vieweg, Wiesbaden 2018, S. 471-476.

Hildebrandt, A. / Landhäußer, W. (Hrsg.) (2021): *CSR und Digitalisierung*: *Der digitale Wandel als Chance und Herausforderung für Wirtschaft und Gesellschaft*, 2. Aufl., Springer Gabler, Berlin 2021.

Hippmann, S. / Klingner, R. / Leis, M. (2018): *Digitalisierung – A-nwendungsfelder und Forschungsziele*, in: Neugebauer, R. (Hrsg.) (2018): Digitalisierung: Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft, Springer Vieweg, Berlin/Heidelberg 2018, S. 9-18.

Infineon Technologies AG (Hrsg.) (August 2022): *Alles, was Sie über das Internet der Dinge wissen müssen*, August 2022, URL: <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/internet-der-dinge-basics/>, aufgerufen am: 01. Mai 2023.

iRobot Corporation (Hrsg.) (o. D.): *Roomba® Robot Vacuum Cleaners | iRobot®*, o. D., URL: <https://www.irobot.de/de_DE/roomba.html>, aufgerufen am: 28. Juli 2023.

Jungheinrich AG (Hrsg.) (o. D.a): *Fahrerlose Transportsysteme (FTS)*, Hamburg o. D., URL: <https://www.jungheinrich.de/systeme/automatisierte-flurfoerderzeuge/fahrerlose-transportsysteme>, aufgerufen am: 14. Juni 2023.

Jungheinrich AG (Hrsg.) (o. D.b): *Jungheinrich Logistics Interface*: *Die flexible Schnittstelle zur Digitalisierung Ihres Lagers.*, Hamburg o. D., URL: <https://media-live2.prod.scw.jungheinrichcloud.com/resource/blob/1363828/297d7ed9b60a9d8e20af275a64a77a8c/jungheinrich-logistics-interface-factsheet-de-2023-06-pdf-data.pdf>, aufgerufen am: 14. Juni 2023.

Jungheinrich Vertrieb Deutschland AG & Co. KG (Hrsg.) (o. D.): *In 6 Schritten zum Fahrerlosen Transportsystem.*: *Steigern Sie die Effizienz Ihrer innerbetrieblichen Transportaufgaben.*, Hamburg o. D., URL: <https://media-live2.prod.scw.jungheinrichcloud.com/resource/blob/105080/4fc7d552bde74a70f724022943eae088/content-fahrerlose-transportsysteme-pdf-data.pdf>, aufgerufen am: 14. Juni 2023.

Junker, H. (2015): *IT-Sicherheit für Industrie 4.0 und IoT*: *Aktuelle Bedrohungslage und Herausforderungen der Smart Factory*, in: Datenschutz und Datensicherheit - DuD, 39.

Jg., Nr.10, 2015, S. 647-651, URL: <https://doi.org/10.1007/s11623-015-0491-8>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Knittl, S. / Neuberger, V. / Dieterle, S. (2020): *Das Internet of Things – zwischen Usability und Verlust der Datensouveränität*, in: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 57. Jg., Nr.3, 2020, S. 558-570, URL: <https://doi.org/10.1365/s40702-020-00623-w>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Kollmann, T. (2020): *Einführung in das E-Business*, in: Kollmann, T. (Hrsg.) (2020): Handbuch digitale WirtschaftSpringer Gabler, Wiesbaden 2020, S. 3-19.

Kollmann, T. (Hrsg.) (2020): *Handbuch digitale Wirtschaft*, Springer Gabler, Wiesbaden 2020.

Kommunale Statikstelle der Stadt Koblenz (Hrsg.) (2020): *Koblenz in Zahlen 2020*, 2020, URL: <https://www.koblenz.de/downloads/aemter-und-eigenbetriebe/statistikstelle/querschnitt/koblenz-in-zahlen/koblenz-in-zahlen-2020.pdf?cid=1lmx>, aufgerufen am: 10. Juli 2023.

Kress, P. (2018): *The impact of digital technologies on the value creation of companies in the manufacturing industry*, in: *Pflaum, A.* (Hrsg.): Schriftenreihe Logistik und Informationstechnologien, Bd. 4, Fraunhofer Verlag, Stuttgart. zitiert nach: Schulz, E. / Pflaum, A. (2019): Auf dem Weg zum digitalen Geschäftsmodell: „Tour de Force" von der Vision des digitalisierten Unternehmens zum disruptiven Potenzial digitaler Plattformen.

Kröhling, A. (2021): *Digitalisierung – Technik für eine nachhaltige Gesellschaft?*, in: Hildebrandt, A./Landhäußer, W. (Hrsg.) (2021): CSR und Digitalisierung: Der digitale Wandel als Chance und Herausforderung für Wirtschaft und Gesellschaft, 2. Aufl., Springer Gabler, Berlin 2021, S. 31-64.

Kruschwitz, L. / Lorenz, D. (2019): *Investitionsrechnung*, 15. Aufl., De Gruyter Oldenbourg, Berlin/Boston 2019.

Kuster, J., et al. (2022): *Handbuch Projektmanagement*: *Agil – Klassisch – Hybrid*, 5. Aufl., Springer Gabler, Berlin 2022.

Lücking, T. (2018): *Vom Produkt zum Service - organisatorischer Wandel als Voraussetzung für erfolgreiche IoT-Lösungen*, in: DIGITALE WELT, Nr.3, 2018, S. 71-74, URL: <https://www.digitaleweltmagazin.de/d/magazin/DW_18_03.pdf>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Mattern, F. / Flörkemeier, C. (2010): *Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge*, in: Informatik Spektrum, 33. Jg., Nr.2, 2010, S. 107-121, URL: <https://doi.org/10.1007/s00287-010-0417-7>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Mehler-Bicher, A., et al. (2019): *Wirtschaftsinformatik klipp und klar*, Springer Gabler, Wiesbaden 2019.

Meinhardt, S. / Pflaum, A. (Hrsg.) (2019): *Digitale Geschäftsmodelle*: *Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0*, Bd. 1, Springer Vieweg, Wiesbaden 2019.

Mertens, P. / Barbian, D. / Baier, S. (2017): *Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung*, Springer Vieweg, Wiesbaden 2017.

Müller-ter Jung, M. (2021): *Datenschutz im Internet der Dinge*, in: Datenschutz und Datensicherheit - DuD, 45. Jg., Nr.2, 2021, S. 114-119, URL: <https://doi.org/10.1007/s11623-021-1400-y>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Neugebauer, R. (Hrsg.) (2018): *Digitalisierung*: *Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft*, Springer Vieweg, Berlin/Heidelberg 2018.

Noosten, D. (2018): *Investitionsrechnung*: *Eine Einführung für Architekten und Bauingenieure*, Springer Vieweg, Wiesbaden 2018.

Obermaier, R. (Hrsg.) (2019): *Handbuch Industrie 4.0 und digitale Transformation*: *Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*, Springer Gabler, Wiesbaden 2019.

Pape, U. (2018): *Grundlagen der Finanzierung und Investition*: *Mit Fallbeispielen und Übungen*, 4. Aufl., De Gruyter Oldenbourg, Berlin/Boston 2018.

Poggensee, K. (2022): *Investitionsrechnung*: *Grundlagen – Aufgaben – Lösungen*, 4. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden 2022.

Pratt, M. K. (27. Mai 2021): *Acht IoT-Anwendungen und -Beispiele in der Wirtschaft*, 27. Mai 2021, URL: <https://www.computerweekly.com/de/tipp/Acht-IoT-Anwendungen-und-Beispiele-in-der-Wirtschaft>, aufgerufen am: 01. Mai 2023.

PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.) (o. D.a): *Kapitalmarktdaten Handel und Konsumgüter*, o. D., URL: <https://pwc-tools.de/kapitalkosten/kapitalmarktdaten-handel-konsumgueter/>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.) (o. D.b): *Kapitalmarktdaten Transport & Logistik*, o. D., URL: <https://pwc-tools.de/kapitalkosten/kapitalmarktdaten-transport-logistik/>, aufgerufen am: 31. Juli 2023.

Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft / acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (April 2013): *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*: *Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, Frankfurt am Main April 2013, URL: <https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Raab, C. (24. Mai 2022): *Industrie 4.0 - so digital sind Deutschlands Fabriken*, Berlin 24. Mai 2022, URL: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-05/Bitkom-Charts_Industrie_4.0_240522.pdf>, aufgerufen am: 14. Juni 2023.

Raveling, J. (13. Oktober 2020): *Was ist Industrie 4.0? Die Definition von Digitalisierung und Industrie 4.0*, 13. Oktober 2020, URL: <https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/was-ist-industrie-40-eine-kurze-erklaerung>, aufgerufen am: 18. April 2023.

RESORTI GmbH & Co. KG (Hrsg.) (19. Mai 2017): *Altglasentsorgung und Glasrecycling – welches Glas gehört in welchen Container?*, 19. Mai 2017, URL: <https://www.resorti.de/blog/altglasentsorgung/>, aufgerufen am: 23. Juli 2023.

Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.) (o. D.a): *Cloud+ Speicher-Erweiterung*, o. D., URL: <https://www.bosch-smarthome.com/de/de/produkte/abonnements/cloud-plus/>, aufgerufen am: 28. Juli 2023.

Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.) (o. D.b): *Controller: Kompatibilitäts-Check*: *Bosch Smart Home Controller vs. Controller II – welche Geräte vernetzen sie?*, o. D., URL: <https://www.bosch-smarthome.com/de/de/service/hilfe/kompatibilitaet-controller/>, aufgerufen am: 09. Juni 2023.

Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.) (o. D.c): *Eyes Außenkamera*, o. D., URL: <https://www.bosch-smarthome.com/de/de/produkte/geraete/eyes-aussenkamera/>, aufgerufen am: 28. Juli 2023.

Robert Bosch Smart Home GmbH (Hrsg.) (o. D.d): *So funktioniert's*: *Machen Sie Ihr Zuhause zum Smart Home*, o. D., URL: <https://www.bosch-smarthome.com/de/de/smart-home-erklaert/so-funktionierts/>, aufgerufen am: 09. Juni 2023.

Rodig, J. (2017): *Erfolgreiche IoT-Geschäftsmodelle in der Industrie*, in: Schulz, T. (Hrsg.) (2017): Industrie 4.0: Potenziale erkennen und umsetzen, Vogel Business Media GmbH & Co. KG, Würzburg 2017, S. 171-186.

Samsung Electronics GmbH (Hrsg.) (o. D.): *Samsung Family Hub: smarte Kühl-& Gefrierkombination | Samsung Deutschland*, o. D., URL: <https://www.samsung.com/de/refrigerators/my-refrigerators/?product1=rs6ga8521b1/eg&product2=rs6ga8531s9/eg&product3=rs6ja8810s9/eg>, aufgerufen am: 28. Juli 2023.

Sander, M. (2019): *Marketing-Management*: *Märkte, Marktforschung und Marktbearbeitung*, 3. Aufl., UVK Verlag, München 2019.

Scheer, A.-W. (2017): *The Big Change. Auswirkungen der neuen Technologien von -Industrie 4.0.*: *Neue Wertschöpfungsketten für den Handel*, in: Gläß, R./Leukert, B. (Hrsg.) (2017): Handel 4.0: Die Digitalisierung des Handels - Strategien, Technologien, Transformation, Springer Gabler, Berlin/Heidelberg 2017, S. 51-58.

Schlink, H. (2019): *Wirtschaftlichkeitsrechnung für Ingenieure*: *Grundlagen für die Entwicklung technischer Produkte*, 3. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden 2019.

Schmidt, F. (2018): *Chancen erkennen und sinnvoll nutzen – vernetztes Engineering in der Automobilindustrie*, in: DIGITALE WELT, 2. Jg., Nr.3, 2018, S. 7-8, URL: <https://doi.org/10.1007/s42354-018-0095-1>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Schnaack, G. / Moltrecht, K. (2022): *Das intelligente Zuhause: Smart Home 2022*: *Ein Bitkom-Studienbericht*, Berlin 2022, URL: <https://www.bitkom-research.de/sites/default/files/2023-03/220912_Bitkom_Smart_Home_Chartbericht_2022_final.pdf>, aufgerufen am: 14. Juni 2023.

Schulz, E. / Pflaum, A. (2019): *Auf dem Weg zum digitalen Geschäftsmodell: „Tour de Force" von der Vision des digitalisierten Unternehmens zum disruptiven Potenzial digitaler Plattformen*, in: Meinhardt, S./Pflaum, A. (Hrsg.) (2019): Digitale Geschäftsmodelle: Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0, Bd. 1, Springer Vieweg, Wiesbaden 2019, S. 3-21.

Schulz, T. (Hrsg.) (2017): *Industrie 4.0*: *Potenziale erkennen und umsetzen*, Vogel Business Media GmbH & Co. KG, Würzburg 2017.

SLOC GmbH (Hrsg.) (o. D.): *Erfolgreiche Smart-Waste Projekte*, o. D., URL: <https://www.sloc.one/erfolgreiche-smart-waste-projekte/>, aufgerufen am: 11. Juli 2023.

Statista GmbH (Hrsg.) (o. D.): *Smart Home - Weltweit*, o. D., URL: <https://de.statista.com/outlook/dmo/smart-home/weltweit>, aufgerufen am: 09. Juni 2023.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (26. Januar 2022): *Mehr als jedes dritte deutsche Unternehmen nutzt das Internet der Dinge*, 26. Januar 2022, URL:

<https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/01/PD22_035_52911.html>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (24. März 2022): *Verdienste und Arbeitskosten*: *Arbeitehmerverdienste*, o. O. 24. März 2022, URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Verdienste/Verdienste-Branche-Berufe/_inhalt.html#_m71xbuyxy>, aufgerufen am: 24. Juli 2023.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (26. April 2023): *Lohnnebenkosten in Deutschland in Euro*, 26. April 2023, URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitskosten-Lohnnebenkosten/Tabellen/lohnkosten-deutschland.html>, aufgerufen am: 24. Juli 2023.

Steinhoff, C. (26. September 2016): *Aktueller Begriff*: *Industrie 4.0*, o. O. 26. September 2016, URL: <https://www.bundestag.de/resource/blob/474528/cae2bfac57f1bf797c8a6e13394b5e70/industrie-4-0-data.pdf>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

ten Hompel, M. / Bauernhansl, T. / Vogel-Heuser, B. (Hrsg.) (2020): *Handbuch Industrie 4.0*: *Logistik*, Bd. 3, 3. Aufl., Springer Vieweg, Berlin 2020.

Tesla (Hrsg.) (o. D.a): *Model S*, o. D., URL: <https://www.tesla.com/de_de/models>, aufgerufen am: 01. August 2023.

Tesla (Hrsg.) (o. D.b): *Über uns*, o. D., URL: <https://www.tesla.com/de_de/about>, aufgerufen am: 08. Juni 2023.

Tewes, S. / Niestroj, B. / Tewes, C. (Hrsg.) (2020): *Geschäftsmodelle in die Zukunft denken*: *Erfolgsfaktoren für Branchen, Unternehmen und Veränderer*, Springer Gabler, Wiesbaden 2020.

Trautmann, A., et al. (2020): *Industrie-4.0-fähige Software-Dienste auf Basis von Cloud Computing*, in: ten Hompel, M./Bauernhansl, T./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.) (2020): Handbuch Industrie 4.0: Logistik, Bd. 3, 3. Aufl., Springer Vieweg, Berlin 2020, S. 305-323.

Vukadinovic, V. (November 2015): *The Internet of Things*: *Opportunities and Challenges on the Road towards the Programmable World*, o. O. November 2015, URL: <https://cdn2-ecros.pl/event/codedive/files/presentations/2015/vukadinovic_codedive_final.pdf>, aufgerufen am: 08. Juni 2023.

Wegener, D. (2019): *Industrie 4.0 – wie die Digitalisierung die Produktionskette revolutioniert*, in: Obermaier, R. (Hrsg.) (2019): Handbuch Industrie 4.0 und digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Springer Gabler, Wiesbaden 2019, S. 73-89.

Welte, T. / Klipphahn, F. / Schäfer, K. (2020): *Wie die Luft- und Raumfahrtindustrie von digitalen Geschäftsmodellen und Megatrends profitiert*, in: Tewes, S./Niestroj, B./Tewes, C. (Hrsg.) (2020): Geschäftsmodelle in die Zukunft denken: Erfolgsfaktoren für Branchen, Unternehmen und Veränderer, Springer Gabler, Wiesbaden 2020, S. 119-130.

Wilczek, M. (2021): *IoT – die unterschätzte Gefahr für IT-Sicherheit*, in: Datenschutz und Datensicherheit - DuD, Springer Vieweg, 45. Jg., Nr.2, 2021, S. 79-82, URL: <https://doi.org/10.1007/s11623-021-1394-5>, aufgerufen am: 26. Juli 2023.

wirewire GmbH (Hrsg.) (o. D.): *ANABOX smart*: *Der smarte Medikamentenspender*, o. D., URL: <https://anabox-smart.de/functions>, aufgerufen am: 10. Juni 2023.

Neben der Verwendung von Fachliteratur bzw. schriftlichen Quellen wurden Expertengespräche geführt, um zusätzliche Informationen aus der Praxis in die vorliegende Arbeit integrieren zu können. Dabei liegt nur teilweise die Zustimmung zur nicht-anonymisierten Nennung in dieser Arbeit vor. Es wurden mit folgenden Experten Gespräche geführt:

- Melanie Dupper (Telekom, Fachvertrieb IoT/M2M für XL-Kunden)
- Linda Kuhl (evm, Innovation Manager Smart City und Energie IoT) und Tord Kasten (Externer Berater der evm)).
- ein Hersteller von Smart Home-Produkten

AUTORENPORTRAIT

Isabel Thieringer M. Sc. absolvierte ihr Bachelor- und Masterstudium im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule Koblenz. Im August 2023 hat sie ihr Masterstudium erfolgreich abgeschlossen und im Anschluss die Tätigkeit als SAP-Beraterin im SCM- bzw. Produktionsumfeld aufgenommen. Ihre akademische Ausbildung konnte Sie durch verschiedene Praktika und Werkstudententätigkeiten in der Industrie sowie als studentische Hilfskraft im Bereich Kosten- und Leistungsrechnung ergänzen.

Der vorliegende Beitrag basiert auf der Masterthesis von Isabel Thieringer, die unter Betreuung von Prof. Dr. Andreas Mengen an der Hochschule Koblenz entstanden ist.

Kontakt: isabel.thieringer@gmail.com

SCHRIFTENVERZEICHNIS

Nr. 1 Verfahren der Kundenwertermittlung Darstellung und Bewertung der Kundenwertmessung als Bestandteil des Marketing-Controlling
Prof. Dr. Andreas Mengen
Mai 2009

Nr. 2 Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz
Prof. Dr. Silke Griemert
Januar 2010

Nr. 3 Kann politische Macht gegen die Gesetze der Globalisierung regieren? -
Eine kritische Analyse am Beispiel Deutschlands
Prof. Dr. Georg Schlichting, Isabelle Heinrichs, B.Sc.
Februar 2010

Nr. 4 Steuerliche Auswirkungen des Wachstumsbeschleunigungsgesetzes für die Unternehmen
Prof. Dr. Arno Steudter
November 2010

Nr. 5 Die internationale Finanzmarktkrise – Was sind die Ursachen und wirtschaftlichen Folgen der Krise und was bringen die Rettungsmaßnahmen?
Prof. Dr. Georg Schlichting, Julia Pohl, M.Sc., Thomas Zahn, M. Sc.
November 2010

Nr. 6 Social media usage behavior of students in Finland and Germany and its marketing implications
Prof. Dr. Axel Schlich
September 2011

Nr. 7 Personal Branding von Musikern. Wie man im Musikgeschäft zu einer starken Marke wird
Prof. Dr. H. J. Schmidt, Lisa Horländer, B. Sc.
Dezember 2011

Nr. 8 Kundenwertmanagement – Wie werden wertvolle Kunden identifiziert und welche Maßnahmen sind für ihre Bearbeitung bei Konsumgütern, Industriegütern und Dienstleistungen geeignet?
Prof. Dr. Andreas Mengen, Andreas Krings, M. Sc.
März 2012

Nr. 9 Experts for sale: Academic consulting as mechanism for knowledge and technology Transfer
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
September 2012

Nr. 10 Steuern im Wandel der Zeit – Man soll die Henne nicht schlachten, die goldene Eier legt!
Prof. Dr. W. Edelfried Schneider, Dipl. Wirtschaftsjournalist Lukas Karrenbrock
Januar 2013

Nr. 11 Wirtschaftskraft des Karnevals – Die regionalökonomischen Effekte des Karnevals in Koblenz
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
Juni 2013

Nr. 12 Die Staatsschuldenkrise Griechenlands – Ursachen, durchgeführte Hilfsmaßnahmen und ein möglicher Schuldenerlass
Prof. Dr. Georg Schlichting, Nils Schiffer, M. Sc.
Dezember 2013

Nr. 13 Markenorientierung von „Social Businesses“ – Ergebnisse einer Expertenbefragung
Prof. Dr. Holger J. Schmidt, Florian Lückenbach, M. Sc.
Februar 2014

Nr. 14 The City of London and the Euro
Carine Berbéri, University of Tours, Frankreich
Mai 2014

Nr. 15 20 Jahre TechnologieZentrum Koblenz: Wie haben sich die Unternehmen des TZK entwickelt?
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
Oktober 2014

Nr. 16 Kundenwertmanagement in der Energiewirtschaft
Prof. Dr. Andreas Mengen, Maja Wanker, M.Sc.
Januar 2015

Nr. 17 Alles grün oder was? Nachhaltigkeitskommunikation heute oder morgen
Prof. Dr. Holger Schmidt, Katharina Gelbling, M.Sc.
April 2015

Nr. 18 Nutzen öffentlicher Unternehmensdaten am Beispiel Borussia Dortmund
Prof. Dr. Holger Philipps, Numejr Owiesat, B.Sc.
Oktober 2015

Nr. 19 Cournot's Mengenwettbewerb – Von der oligopolistischen Modellwelt zur Anwendung in der Zementindustrie
Prof. Dr. Georg Schlichting, Till Samuelson
Februar 2016

Nr. 20 Erfolgsfaktor Kundenwertmanagement: Empirische Ergebnisse Herausforderungen für das Controlling – Umsetzung in der Praxis
Prof. Dr. Andreas Mengen
Mai 2016

Nr. 21 Der Europäische Rat in der Europäischen Union. Kritische Betrachtung seiner Entstehung mittels der Theorie des Evolutionären Institutionalismus
Prof. Dr. Sibylle Hambloch
August 2016

Nr. 22 Fernbuslinien im Fokus
Prof. Dr. Holger J. Schmidt, Jens Fitzner, M. Sc.
November 2016

Nr. 23 Rüstzeiten – das ungehobene Potential
Prof. Dr. Silke Griemert
März 2017

Nr. 24 Die Bank Payment Obligation (BPO): Eine neue Zahlungsbedingung im Außenhandel
Prof. Dr. Clemens Büter, Kathrin Schmidt, B.Sc., Aída Spiegeler Castañeda, B.Sc.
August 2017

Nr. 25 Der Brexit – Hintergrund, Entwicklung und erwartete Auswirkungen
Manuel Oster Dipl. Finanzwirt (FH), M. Sc., Prof. Dr. Georg Schlichting
Oktober 2017

Nr. 26 Big Data im Controlling – Chancen und Risiken
Marcel Tröbs, M. Sc., Prof. Dr. Andreas Mengen
Februar 2018

Nr. 27 Business Model Innovation bei etablierten Unternehmen – Herausforderungen und Vorgehen bei Vertriebsmodellveränderungen im Zeichen der digitalen Revolution
Jan-Erik van Bebber, M. Sc., Dipl.-Kfm. Bernhard Böffgen
September 2018

Nr. 28 Verbreitungsgrad von Optimierungsmethoden in der Produktion – Eine quantitative Untersuchung
Patrick Pötters, M. Sc. M. Eng., Prof. Dr. Bert Leyendecker, Jasmin Ohlig, M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt
Dezember 2018

Nr. 29 Digitalisierung, Omnichanneling und Local-Commerce-Modelle aus Sicht des lokalen stationären Einzelhandels
Dr. Andreas Hesse
Mai 2019

Nr. 30 Nachhaltigkeitscontrolling- Fluch oder Segen?
Prof. Dr. Andreas Mengen, Jannina Hermann, Jennifer Lischke, Katharina Schneider
Oktober 2019

Nr. 31 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung digitaler B2B-Lösungen für Unternehmen
Prof. Dr. Andreas Mengen, Linda Dietrich
Mai 2020

Nr. 32 Förderung von Nachhaltigkeitsfonds in der Unternehmenskommunikation
Prof. Dr. Georg Schlichting, Sarah Krämer, B.Sc.
Oktober 2020

Nr. 33 Unternehmenspolitische Implikationen des Emissionshandels im Rahmen der EU-Klimapolitik
Prof. Dr. Sibylle Treude, Dominic Hülsemann, M.Sc., Elisa Liemersdorf, M.Sc., Caroline Raucher, M.Sc., Jennifer Seul, M.Sc.
Januar 2021

Nr. 34 Zahlungssicherung im Export durch Möglichkeiten der Blockchain-Technologie
Prof. Dr. rer. pol. Clemens Büter, Granit Ratkoceri, M.Sc. Wirtschaftsingenieur
Juni 2021

Nr. 35 European Economic Policy and the European Green Deal: an Institutionalist Analysis
Prof. Dr. Sibylle Treude
Januar 2022

Nr. 36 Green Marketing - Empirische Erkenntnisse zur Konsumentenwahrnehmung von Ökologie-orientierten Repositionierungsversuchen etablierter Marken
Prof. Dr. Andreas Hesse
Juli 2022

Nr. 37 EU-Taxonomie aus Unternehmenssicht – eine Analyse der Auswirkungen auf Nicht-Finanzunternehmen
Niclas Taraba, B.Sc., Prof. Dr. Andreas Mengen
Juni 2023

Nr. 38 Sind nachhaltige Unternehmen finanziell erfolgreicher? Implementierung eines Nachhaltigkeitsmanagements und finanzielle Auswirkungen
Kerstin Schüller, M. Sc., Prof. Dr. Andreas Mengen
November 2023

Nr. 39 IoT-Lösungen und Wirtschaftlichkeit
Isabel Thieringer, M. Sc.,
November 2024