

25

Logistik und Supply Chain Management

Mobility in a Globalised World 2020

Eric Sucky, Niels Biethahn, Jan Werner (Hg.)



University
of Bamberg
Press

25 Logistik und Supply Chain Management

Logistik und Supply Chain Management

Band 25

Herausgegeben von
Prof. Dr. Eric Sucky



Mobility in a Globalised World 2020

Eric Sucky, Niels Biethahn, Jan Werner (Hg.)

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Informationen sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über das Forschungsinformationssystem (FIS; fis.uni-bamberg.de) der Universität Bamberg erreichbar. Das Werk – ausgenommen Cover, Zitate und Abbildungen – steht unter der CC-Lizenz CC-BY.



Lizenzvertrag: Creative Commons Namensnennung 4.0
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Herstellung und Druck: docupoint, Magdeburg
Umschlaggestaltung: University of Bamberg Press

© University of Bamberg Press, Bamberg 2021
<http://www.uni-bamberg.de/ubp>

ISSN: 2191-2424

ISBN: 978-3-86309-793-6 (Druckausgabe)

eISBN: 978-3-86309-794-3 (Online-Ausgabe)

URN: urn:nbn:de:bvb:473-irb-500267

DOI: <http://doi.org/10.20378/irb-50026>

Schriftenreihe

Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky

Kontakt

Univ.-Prof. Dr. Eric Sucky, Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik,
Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg

Das erfolgreiche Management sowohl unternehmensinterner als auch unternehmensübergreifender Wertschöpfungsprozesse, Wertschöpfungsketten und ganzer Wertschöpfungsnetzwerke basiert im Besonderen auf dem zielgerichteten Einsatz von bestehenden und weiterentwickelten Methoden und Konzepten des Produktions- und Logistikmanagements sowie des Operations Research, dem Einsatz von innovativen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie theoretischen und praktischen Erkenntnissen des Kooperationsmanagements. Die Schriftenreihe dient der Veröffentlichung neuer Forschungsergebnisse auf den Gebieten Logistik und Supply Chain Management. Aufgenommen werden Publikationen, die einen Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt in Logistik und Supply Chain Management liefern.

Mobility in a Globalised World 2020

Mobility in a Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Editors

The term mobility has different meanings in the following science disciplines. In economics, mobility is the ability of an individual or a group to improve their economic status in relation to income and wealth within their lifetime or between generations. In information systems and computer science, mobility is used for the concept of mobile computing, in which a computer is transported by a person during normal use. Logistics creates by the design of logistics networks the infrastructure for the mobility of people and goods. Electric mobility is one of today's solutions from an engineering perspective to reduce the need of energy resources and environmental impact. Moreover, for urban planning, mobility is the crunch question about how to optimize the different needs for mobility and how to link different transportation systems.

In this publication we collected the ideas of practitioners, researchers, and government officials regarding the different modes of mobility in a globalised world, focusing on both domestic and international issues.

Eric Sucky received his PhD from the School of Economics and Business Administration at the Johann Wolfgang Goethe University Frankfurt, Germany. Currently, he is Professor of Operations Management and Logistics at the University of Bamberg, Germany.



Univ.-Prof. Dr.
Eric Sucky

Niels Biethahn received his doctorate in Economic Sciences at the Ruhr-Universität in Bochum, Germany. Besides various positions in business consultancy, he significantly contributed to a restructuring process for a medium-sized automobile supplier as its Commercial Managing Director. Since 2009, he has been a lecturer, starting at the Business and Information Technology School in Iserlohn. He has been a professor at the DHBW Heilbronn since September 2018 and is responsible for the degree course Service Management - Service and Sales - Automotive there. Additional to his task as a professor he is one of the founders of the “Institut für Automobil Forschung” in Dortmund. Moreover, he is one of the owners of the CoCos management simulation.



Prof. Dr.
Niels Biethahn

Jan Werner holds a PhD in Economics from the Johann Wolfgang Goethe University in Frankfurt, Germany. He has worked inter alia for the World Bank, UNDP, the Asian Development Bank, the European Parliament and the GIZ. He was a Guest Professor at the Université Lumière de Lyon 2, France and at the Istanbul Bilgi University, Turkey. Moreover, he is the Lead Economist at the Institute of Local Public Finance in Langen, Germany as well as Professor of Economics at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Germany. Currently, he is the mayor of the city of Langen.



Prof. Dr.
Jan Werner

Vorwort

Die Forschungsstelle für nachhaltige Güter- und Personenmobilität arbeitet interdisziplinär, d. h. jenseits der tradierten Einteilung der Wissenschaftsgebiete in Betriebswirtschaftslehre, Ingenieurwissenschaften und Volkswirtschaft. Sie stellt sich der Notwendigkeit, zusammengehörende Fragen auch in einem ganzheitlichen Sinne zu behandeln. Sichergestellt wird dies durch die enge Kooperation von Vertretern der genannten Bereiche. Des Weiteren findet eine aktive Vernetzung mit Vertretern verschiedener Unternehmen statt. Zur Förderung des interdisziplinären Austauschs zwischen Vertreterinnen und Vertretern unterschiedlicher Disziplinen aus Wissenschaft und Praxis veranstaltet die Forschungsstelle die Konferenz **Mobility in a Globalised World (migw)**. Die Konferenz findet im jährlichen Turnus an wechselnden Orten statt. Die Ergebnisse werden jeweils in einem Tagungsband dokumentiert und veröffentlicht.

Im September 2011 fand die Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) erstmalig an der BITS in **Iserlohn** statt. Im Jahr 2012 war die Otto-Friedrich-Universität **Bamberg** Gastgeberin und in 2013 erfolgte die Konferenz an der Hochschule der Medien in **Stuttgart**. Im September 2014 wurde die BITS in **Berlin** als Konferenzstandort gewählt. In Fachvorträgen wurden disziplinübergreifend die unterschiedlichsten Aspekte von Mobilität erörtert und diskutiert. Interessante Themenschwerpunkte waren u. a. die Mobilität von Profisportlern und die steuerliche Behandlung von deren Vermittlung sowie Standortentscheidungen von Carsharing-Anbietern. Die fünfte Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) fand im Forschungszentrum des ADAC in **Landsberg am Lech** statt. Themenschwerpunkte waren u. a. Risikomanagement in Infrastrukturprojekten, new interurban coach services in Germany and France, urban infrastructure delivery in South Africa, Advanced Driver Assistance Systems sowie sichere globale Mobilität. Im September 2016 fand die Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) an der Universität für Bodenkultur in **Wien, Österreich**, statt. Neben Elektromobilität waren die Themenschwerpunkte insbesondere Tourismusströme und Stadtplanung sowie ÖPP-Projekte im Bundesfernstraßenbau.

Im September 2017 wurde **Köln** als Konferenzstandort gewählt: Cologne Business School. In Fachvorträgen wurden disziplinübergreifend die unterschiedlichsten Aspekte von Mobilität erörtert und diskutiert. Interessante Themenschwerpunkte waren u. a. Wasserstoff-basierte Mobilität, Electronic navigation challenges for autonomous ships, Verkehrsinfrastrukturgenossenschaften sowie Brand Image in Formula E – Interesting for Car Manufacturers? Die 8. Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) fand im September 2018 an der HRW (Hochschule Ruhr West) in **Mühlheim an der Ruhr** statt. Spannende Themen waren diesmal u. a. Options to

support urban infrastructure delivery in pakistan - a survey for the province of Punjab, Can care robots solve the shortage in nursing personal – an acceptance analysis, Eco-balance and Sustainability of Electric Vehicles – A Contribution to the „Clean and Green“ Discussion sowie neue Möglichkeiten der Mobilität für ältere und behinderte Menschen. Im September 2019 zur 9. Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) wurde die Akademie der Polizei **Hamburg** als Austragungsort gewählt. Wichtige Themenschwerpunkte waren u. a. Climate Protection in the Transport Sector – The Key Role of Alternative Fuels, Diffusion einer disruptiven Innovation am Beispiel der E-Mobilität in Deutschland, Local Public Finance in Libya: Learn to Walk before You Run, Simulative Workload Analysis of Police Forces und Risk Analysis of NFC Payment Systems.

Zum 10-jährigen Jubiläum sollte die Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) im September 2020 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt in **Schweinfurt** stattfinden. Aufgrund der Corona-Pandemie konnten jedoch Veranstaltungen wie Konzerte, Theateraufführungen oder eben Konferenzen nicht in Präsenz stattfinden. Wir haben die Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) im Jahr 2020 zwar schweren Herzens aber völlig bewusst ganz abgesagt. Die MIGW lebt insbesondere von dem persönlichen Austausch am Rande der Vorträge. Dieser persönliche Austausch, welcher gerade für die Forschungsstelle so wichtig ist, kann virtuell nicht abgebildet werden. Wir hoffen, dass die Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) im Dezember 2021 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt in **Schweinfurt** stattfinden kann.

Auch wenn im Jahr 2020 wegen des Coronavirus leider keine Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) stattfinden konnte, gingen die Forschungsaktivitäten aber natürlich trotzdem weiter. Daher haben wir uns entschieden, dass zum 10-jährigen Jubiläum ein migw Sonderband erscheinen wird. Viele Forscherinnen und Forscher sowie Praktikerinnen und Praktiker sind unserer Bitte um Einreichung von Beiträgen nachgekommen, sodass eine aktuelle und spannende Ausgabe unserer jährlichen Publikation im Kontext der Konferenz Mobility in a Globalised World (migw) entstanden ist.

In dem Beitrag **Autonome Mobilität – The Next Big Thing? Implikationen für die Geschäftsmodelle von morgen** von Daniel Brugger und Matthias Achim Teichert sowie dem Beitrag **Mobilität – Quo vadis? Ein Ausblick in die autonome Zukunft** von Marcus Dodt und Matthias Achim Teichert stellen die Autoren die Einführung autonomer Mobilitätslösungen in den Mittelpunkt des derzeitigen fundamentalen Wandels der Mobilitätslandschaft. Auf Basis von Experteninterviews werden Aspekte und Kernbereiche des Wandels beleuchtet. Der Beitrag von Marcus Dodt und Matthias Achim Teichert schildert zudem die zukünftige Entwicklung der Verkehrsträger PKW, Zug/Bahn, Flugzeug/Drohne sowie Rad/Roller, die vor dem Hintergrund verschiedener Siedlungsgeographien (urban, suburban, rural und magistral) betrachtet werden.

Neuartige Konzepte hinsichtlich Transportmöglichkeiten wie „Mobility as a Service“ (MaaS) unterstreichen den Mobilitätswandel. Die Autoren Florian Hager und David Karl untersuchen in ihrem Beitrag **Pay-as-you-go oder Abonnement? – Forschungsstand und Praxisbeispiele zu Erlösmodellen von Mobility as a Service-Angeboten** das Design möglicher Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen von MaaS-Angeboten. Hierbei wird der aktuelle Forschungsstand zu MaaS-Erlösmodellen und Abonnementgestaltungen anhand einer systematischen Literaturanalyse präsentiert, gefolgt von einer Fallstudienanalyse, welche bestehende MaaS-Projekte behandelt.

Der Umgang mit Mobilität und digitaler Transformation spielt, im weiteren Sinne, auch im Personalmanagement eine wichtige Rolle. In seinem Kommentar **Führung auf Distanz** geht Thomas Batz auf den enormen Schulungs- und Umstellungsbedarf für Führungskräfte ein und verweist auf Defizite im Hinblick auf Technik und Infrastruktur.

Zur digitalen Transformation gehört ebenfalls die Auseinandersetzung mit dem Internet der Dinge bzw. Internet of Things (IoT). Insbesondere das Industrial Internet of Things als Teilbereich von IoT ist für Industrieunternehmen von Bedeutung. Der Beitrag **Protokolle der Application Layer im industriellen Internet der Dinge** von Elena Balzert und Alexander Dobhan verfolgt das Untersuchungsziel, den betrieblichen Entscheidungsprozess zur Protokollauswahl auf der Application Layer zu analysieren sowie die zu berücksichtigenden Entscheidungsparameter zu identifizieren und zu beschreiben. Die Digitalisierung und Automatisierung beim Management von Mehrwegbehältern steht im Vordergrund des Beitrags **Computer-Vision-Systeme im Behältermanagement** von Alexander Dobhan, Otto Rein, Dominik Goletz und Hani Alyones. Eine Laborstudie zum Einsatz von Computer-Vision-Systemen im Be-

hältermanagement veranschaulicht einerseits Probleme und Schwierigkeiten insbesondere im Bereich der Defekterkennung, zeigt andererseits aber auch das Potenzial solcher Systeme auf.

Durch die vorangehende Digitalisierung und Vernetzung von mobilen Geräten wird die Digitale Forensik immer bedeutsamer. Die Mobile Forensik als Teilbereich der Digitalen Forensik beschäftigt sich unter anderem mit der Sicherung und Auswertung von Daten auf Smartphones. In dem Beitrag **Forensic determination of movement and usage profiles using smartphone apps** machten es sich die Autoren Onur Güngör und Wilfried Honekamp zum Ziel, die Forschung aus dem Jahr 2016 zu replizieren, die forensisch Nutzungs- und Standortdaten aus dem Speicher der Pokémon GO-App extrahierte. In einem Experiment wurden die mit der App durchgeführten Aktionen manuell protokolliert und mit den Daten verglichen, die aus der logischen und physischen Abbildung von zwei Mobiltelefonen gewonnen wurden.

Der Beitrag **Bestell- und Lieferverhalten digitaler Marktplätze: Rationalität versus Kundenzufriedenheit** von Eric Sucky differenziert zwischen Online-Shops und Online-Marktplätzen. Für Unternehmen, die beide Geschäftsmodelle (Eigenhandel und Marktplatz) parallel betreiben, bieten sich insbesondere im Logistikmanagement signifikante Effizienzpotentiale. Die Ausnutzung dieser Effizienzpotentiale kann jedoch auch einen negativen Einfluss auf die Kundenzufriedenheit haben.

Nach wie vor besteht die Herausforderung, den Nachhaltigkeitsgedanken in der Supply Chain sicherzustellen. Neben ökonomischen Zielen gilt es, auch ökologische und soziale Kriterien zu berücksichtigen. Die Closed-Loop Supply Chain (CLSC) spielt als Lösungsansatz in der Diskussion nachhaltiger Wertschöpfungssysteme eine wichtige Rolle und soll in dem Beitrag **Nachhaltigkeit durch Closed-Loop Supply Chains – Fallstudienbetrachtung fränkischer Brauereien** von Immanuel Zitzmann und Luisa Mark Beachtung finden. Mithilfe einer Fallstudienbetrachtung werden hierbei die Auswirkungen von CLSCs auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen untersucht.

Auf Basis eines stets wachsenden Nachhaltigkeitsbewusstseins von Konsumenten sollen entsprechende Gütesiegel und CO₂-Label in diversen Branchen als Orientierungshilfe für nachhaltige Kaufentscheidungen dienen und weltweit nachhaltige Produktion fördern. Die Autoren Josepha Heusinger und Vanessa Felch ergründen in ihrem Beitrag **Nachhaltigkeit in der Textil- und Bekleidungsindustrie: Eine empirische Untersuchung des Einsatzes von Textilsiegeln** die Wirksamkeit von Textilsiegeln als Informationsinstrument innerhalb Deutschlands. In dem Beitrag **CO₂-Label bei Konsumgütern – eine empirische Studie zu Akzeptanz und Mehrwert aus Sicht der Konsumenten** von Andrea Kramer und Eric Sucky wird eruiert, ob

und inwiefern Verbraucher eine CO₂-Kennzeichnung auch auf Konsumgütern, wie Kleidung oder Lebensmittel, akzeptieren.

Der Beitrag **Local Public Finance in Oaxaca: Indigenous traditions and Mexican reform efforts** von Jan Werner gibt einen kurzen Überblick über das System der lokalen öffentlichen Finanzen im mexikanischen Bundesstaat Oaxaca. In Oaxaca existieren 570 Gemeinden, von denen fast drei Viertel das System der „usos y costumbres“ mit einer speziellen indigenen Selbstverwaltung praktizieren. Nach einer zeitlichen Darstellung der Finanzausweisungen an die mexikanischen Gemeinden für den Zeitraum 2000 bis 2016 sowie der Finanzausgleichsformel 2018 von Oaxaca wird auch ein Reformvorschlag des kommunalen Finanzausgleiches für die Gemeinden im Bundesstaat Oaxaca präsentiert. Dieser Reformvorschlag beinhaltet weltweit erstmalig Komponenten des Klimaschutzes und der nachhaltigen Stromerzeugung bei einem Finanzausgleichssystem.

Sprache unterliegt stetigem Wandel und gerade Hochschulen sind Orte und Forschende sind Personen, die diesen Wandel aktiv begleiten. In der Sprache spiegeln sich die Kommunikationsinteressen einer Gemeinschaft wider – zugleich wirkt sie in diese Gemeinschaft zurück. Eine gendergerechte Sprache ist daher ein entscheidender Beitrag zur Erreichung der Geschlechtergerechtigkeit in der Wissenschaftsgemeinde, der scientific community. Die vorliegenden Beiträge sind gendergerecht oder genderneutral formuliert, wobei dies auch - aus Gründen der besseren Lesbarkeit - den Gebrauch des so genannten generischen Maskulinums umfasst. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die entsprechende Aussage erforderlich ist. Auf die Verwendung von Binnen-I, Unterstrich, Doppelpunkt oder Sternchen wurde bewusst verzichtet, da dies die Lesbarkeit gerade in komplexen, wissenschaftlichen Beiträgen, beeinträchtigt.

Für die vielen Beiträge, die gleichermaßen exzellent und aktuell waren, danken die Herausgeber allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen. Ein solches Projekt ist immer die Zusammenarbeit vieler Engagierter. All denjenigen, die uns in den verschiedensten Bereichen unterstützt haben, wollen wir danken. Zu Dank verpflichtet sind wir insbesondere den Mitgliedern des Scientific Committee, die viel Zeit für die Prüfung der eingegangenen Beiträge aufgewendet haben. Herzlicher Dank gilt des Weiteren dem Team des Lehrstuhls für BWL, insbesondere Produktion und Logistik an der Universität Bamberg, insbesondere Christian Straubert und Markus Linß, die in vielen Stunden aus unzähligen Einzelteilen ein druckreifes Gesamtwerk erstellt haben.

Bamberg, Juni 2021

Jan Werner, Niels Biethahn, Eric Sucky

Inhaltsverzeichnis

Autonome Mobilität – The Next Big Thing? Implikationen für die Geschäftsmodelle von morgen.....	1
Daniel Brugger, Matthias Achim Teichert	
Mobilität – Quo vadis? Ein Ausblick in die autonome Zukunft.....	17
Marcus Dodt, Matthias Achim Teichert	
Pay-as-you-go oder Abonnement? – Forschungsstand und Praxisbeispiele zu Erlösmodellen von Mobility as a Service-Angeboten	33
Florian Hager, David Karl	
Führung auf Distanz.....	71
Thomas Batz	
Protokolle der Application Layer im industriellen Internet der Dinge.....	79
Elena Balzert, Alexander Dobhan	
Computer-Vision-Systeme im Behältermanagement	115
Alexander Dobhan, Otto Rein, Dominik Goletz, Hani Alyones	
Forensic determination of movement and usage profiles using smartphone apps.....	137
Onur Güngör, Wilfried Honekamp	
Bestell- und Lieferverhalten digitaler Marktplätze: Rationalität versus Kundenzufriedenheit.....	151
Eric Sucky	

Nachhaltigkeit durch Closed-Loop Supply Chains – Fallstudienbetrachtung fränkischer Brauereien.....	171
Immanuel Zitzmann, Luisa Mark	
Nachhaltigkeit in der Textil- und Bekleidungsindustrie: Eine empirische Untersuchung des Einsatzes von Textilsiegeln	199
Josepha Heusinger, Vanessa Felch	
CO2-Label bei Konsumgütern – eine empirische Studie zu Akzeptanz und Mehrwert aus Sicht der Konsumenten	229
Andrea Kramer, Eric Sucky	
Local Public Finance in Oaxaca: Indigenous traditions and Mexican reform efforts.....	257
Jan Werner	

Autonome Mobilität – The Next Big Thing? Implikationen für die Geschäftsmodelle von morgen

Daniel Brugger

Co-Founder und Geschäftsführer der Think-Tank-Beratungsgesellschaft
#FORTSCHRITT, daniel.brugger@fortschritt.co

Matthias Achim Teichert

Co-Founder und Geschäftsführer der Think-Tank-Beratungsgesellschaft
#FORTSCHRITT, achim.teichert@fortschritt.co

1	Einleitung.....	3
2	Betreiber der einzelnen Verkehrsträger.....	3
3	Kostenstrukturen und -entwicklungen.....	5
4	Akzeptanz für ausgewählte Mobilitätsangebote.....	8
5	Stellenwert von Individualität und Exklusivität.....	9
6	Entwicklungen im Vertrieb bzw. in der Bereitstellung.....	10
7	Geschäftsmodelle im Szenario mit autonomen Verkehrsträgern.....	11
8	Fazit.....	16

Abstract:

Die Mobilitätswelt befindet sich aktuell an der Schwelle zu einem großen Umbruch. Die zunehmende Einführung der E-Mobilität, die Entstehung neuer Geschäftsmodelle, das Eintreten neuer Akteure in den Markt der Mobilität sowie die gesteigerte Relevanz von Software und Daten sind die Vorboten eines bevorstehenden Systemwechsels. Der entscheidende Kipppunkt steht jedoch noch aus. Mit der Einführung autonomer Mobilitätslösungen und dem einhergehenden Wechsel vom Piloten zum Passagier wird sich die Mobilitätslandschaft fundamental wandeln. Im Rahmen von Experteninterviews (N = 75) wurden sechs Aspekte dieses Wandels detaillierter beleuchtet: (a) Betreiber und Betreiberkonzepte; (b) Kostenstrukturen und -entwicklungen; (c) Akzeptanz für ausgewählte Mobilitätsangebote (d) Stellenwert von Individualität und Exklusivität; (e) Entwicklungen im Vertrieb bzw. in der Bereitstellung; (f) Geschäftsmodelle mit den Schwerpunkten: (i) Hardware; (ii) Software; (iii) Daten; (iv) Betrieb; (v) Energie/Infrastruktur; (vi) Dual Use. Aufgrund dieser Vielzahl an Handlungsfeldern sind die aktuell zu beobachtenden Entwicklungen mit einem hohen Unsicherheitsfaktor behaftet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Tendenzen des Wandels in den nächsten Jahren klarer herauskristallisieren und die regionalen sowie nationalen Grundrichtungen vorgeben werden.

JEL Classification: O18

Keywords: Betreiberkonzepte, Kostenstrukturen, Individualität & Exklusivität, Geschäftsmodelle.

1 Einleitung

Die Mobilität befindet sich aktuell mitten im Umbruch und bewegt sich in einem äußerst dynamischen Umfeld. Angesichts der vielen offenen Fragen und ungeklärten Rahmenbedingungen haben wir uns in diesem Beitrag grundlegender Handlungsfelder angenommen und mit 75 Experten aus dem unmittelbaren Mobilitätsumfeld diskutiert. Die Interviewteilnehmer deckten sämtliche Bereiche der Wertschöpfung sowie Verkehrsträger ab und bekleideten in ihren Unternehmen die Positionen Bereichsleiter/Vorstand (35%), Team-/Abteilungsleiter (36%) und Experte (z. B. Wissenschaftler; 29%). Aufgrund dieser breiten Expertise war es uns möglich, differenzierte und vielschichtige Aussagen zu extrahieren. In den durchgeführten Interviews haben wir uns schwerpunktmäßig auf folgende Fragestellungen konzentriert:

1. Wer ist Betreiber der einzelnen Verkehrsträger?
2. Wie schätzen Sie die Kostenstrukturen und Kostenentwicklungen im Szenario der autonom fahrenden Mobilität ein?
3. Wie beurteilen Sie die Akzeptanz der Endkunden für die nachstehenden Mobilitätsangebote? (Pooling, Sharing, intermodal, Chauffeur)
4. Wie hoch schätzen Sie den Stellenwert einer individuellen und exklusiven Nutzung von Mobilität in der Zukunft ein?
5. Welche Entwicklungen sind im Vertrieb bzw. in der Bereitstellung von Mobilität zu erwarten?
6. Welche Geschäftsmodelle werden Ihrer Meinung nach in dem Szenario mit autonomen Verkehrsträgern an Bedeutung gewinnen?

2 Betreiber der einzelnen Verkehrsträger

Bei den autonomen Shuttles erwarten die Experten einen Mix aus diversen Playern. OEM werden in die neuen Systeme investieren und sich nicht mehr ausschließlich auf die Rendite ihrer Fahrzeuge konzentrieren. Hierbei sind zwei Optionen denkbar: Entweder bieten die Fahrzeughersteller eine „All-in-One-Lösung“ an und steigen neben der Produktion der Fahrzeuge auch noch in deren Betrieb ein, oder sie nehmen in der Wertschöpfungskette die Rolle des Zulieferers ein (nur Produktion, kein Betrieb). Realistischer scheint die zweite Variante, da ungewiss ist, ob sie sich schnell genug umstellen und den Wandel aus eigener Kraft umsetzen können. Dies ist auch deshalb anzunehmen, weil der Bedarf an Know-how und finanziellen Mitteln den Handlungsspielraum vieler Hersteller übersteigt. Neben einer entsprechend hohen Finanzkapazität sind zudem Kundendaten und spezielle Software zur Verarbeitung dieser Daten vonnöten, um ein rentables Plattformgeschäft zu etablieren. In Großstädten wird die Organisation aufgrund der Lukrativität und regulatorischer Eingriffe dennoch gut gelingen und mehrheitlich privatwirtschaftlich umgesetzt werden.

Die Verkehrsträger im Bereich des ÖPNV (Bus, Tram, U-Bahn) laufen nach Ansicht der Experten Gefahr, aufgrund ihrer Trägheit den Anschluss zu verpassen. Jedoch

werden sie weiterhin staatlich finanziert und beaufsichtigt werden und somit ein elementarer Bestandteil des Systems bleiben, wenngleich die operative Umsetzung voraussichtlich durch spezialisierte Dienstleister erbracht werden wird. Im Zuge dessen wird es Ausschreibungen von Strecken und Linien geben, die aus Gründen der Qualitäts- und Versorgungssicherung mit hohen Eintrittshürden verbunden sein werden. Für die Verkehrsbetriebe besteht durch deren Betriebshöfe eine aussichtsreiche Chance, beim Betrieb der Flotten mitzuwirken. Zudem ist aufgrund der Komplexität des Systems mit einer zentralen, staatlichen Steuerung und Infrastrukturbereitstellung zu rechnen. Die Sicherung der Daseinsvorsorge in weniger lukrativen (ländlichen) Regionen wird entweder von kommunalen Verkehrsverbänden ausgehen oder von privaten Anbietern erbracht und durch staatliche Zuschüsse quersubventioniert. Im Regionalverkehr wird es, ähnlich zu heute, einen Mix aus staatlichen (Deutsche Bahn) und privaten Angeboten geben, der jedoch stark reguliert sein wird. Im Fernverkehr ist davon auszugehen, dass die Deutsche Bahn ihr Quasi-Monopol behalten wird.

In der Luftfahrt sind aufgrund der hohen finanziellen und regulatorischen Eintrittshürden nach Expertenschätzung wenig Änderungen zu erwarten. Einzig im Bereich des Betriebs könnte es zu Verschiebungen kommen. War die Durchführung des Flugbetriebs bisher den Fluglinien vorbehalten, könnten in Zukunft auch die Hersteller direkt als Anbieter auftreten. Vor dem Hintergrund des Staatseinstiegs bei Lufthansa ist in jedem Fall die politische Komponente zu beobachten. Die Nutzung von zivilen Drohnen zur Personenbeförderung wird seitens der Experten als nicht massenmarktauglich eingestuft und daher privaten Nischenanbietern überlassen bleiben.

Im Segment der Mikromobilität sehen die Experten sowohl Start-ups und kleinere Unternehmen, aber auch größere Flottenbetreiber und (lokale) Energieversorger. In weniger rentablen Gebieten könnten – analog zum ÖPNV – staatlich finanzierte/subventionierte bzw. geschützte Angebote die intermodalen Konzepte vor Ort ergänzen. In Bezug auf die Quantität der Anbieter ist in den nächsten Jahren mit einer Marktberreinigung zu rechnen. Bei den Angeboten wird es einen Trend zur (Langzeit-)Miete und Abo-Modellen geben. Insbesondere bei kostenintensiven E-Bikes werden Sharing-Konzepte wenig verbreitet sein, da die Wartung zu teuer und die Behandlung der Objekte durch den Mieter bei Langzeitmieten besser ist.

Fazit: Je preisintensiver die Mobilitätsträger und deren Infrastruktur, desto höher der Anteil staatlicher Involvierung und Regulierung. Notwendiges Kapital ist eine Markteintrittsbarriere.





 PKW/Shuttle	 Zug/Bahn	 Flugzeug/Drohne	 Rad/Roller
<ul style="list-style-type: none"> • OEM • Flottenbetreiber • Tech-Firmen • Konsortien • Genossenschaften • Neue Firmen/Kapitalgesellschaften • Staat (als Teil des ÖPNV) 	<p><u>Lokaler ÖPNV</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsbetriebe • Private Anbieter mit Konzession <p><u>Regionalverkehr</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Bahn • Private Anbieter • Ausländische Staatsbahnen <p><u>Fernverkehr</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Bahn • Private Anbieter mit VC 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluglinien • Hersteller • Private Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Flottenbetreiber • Start-ups • Kleinere Unternehmen • (lokale) Energieversorger • Staat (als Teil des ÖPNV)

Tabelle 1: Verkehrsträger und deren Betreiber im Überblick

3 Kostenstrukturen und -entwicklungen

Die Antworten der Experten zu diesem Themengebiet lassen sich in drei Rubriken einteilen: *Entwicklung*, *Erwerb* und *Betrieb*.

3.1 Entwicklungskosten

Hinsichtlich der bei der Einführung autonomer Mobilitätskonzepte entstehenden Entwicklungskosten sind sich die Experten grundsätzlich einig. Wie bei jedem Quantensprung werden die Initialkosten sehr hoch und nur durch Skalierungseffekte zu refinanzieren sein. Diese finanzielle Bottom-Line werden nur einige wenige finanzkräftige Unternehmen überschreiten können. Durch die Einführung von technischen Standards, z. B. im Bereich der Antriebstechnik und Infrastruktur, kann es gelingen, die F&E-Ausgaben zu kanalisieren und somit langfristig die Kosten niedrig zu halten. Sollte dieser Schritt nicht gelingen, besteht die Gefahr von dauerhaft hohen und unrentablen Kostenstrukturen im Bereich der Entwicklung.

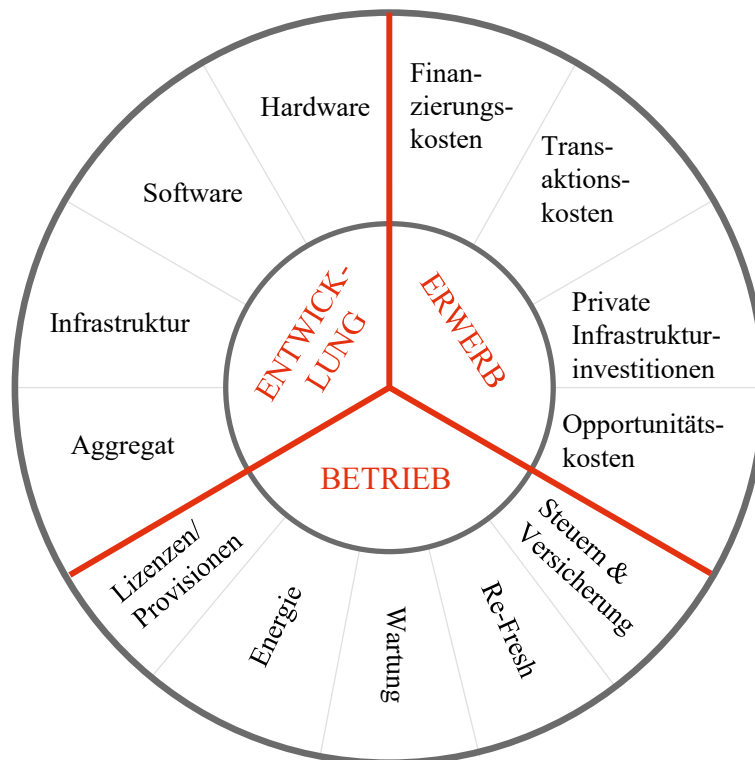


Abbildung 1: Kostenblöcke und deren Schwerpunkte

3.2 Erwerbskosten

Bei den Erwerbskosten zeigt sich ein ebenfalls weitestgehend homogenes Bild. Laut überwiegender Experteneinschätzung werden die Anschaffungskosten aufgrund zunehmender technischer und sensorischer Komponenten steigen. Andere Stimmen prognostizieren dagegen geringere Kosten beim Erwerb, da durch eine standardisierte Produktion (im Vergleich zur heutigen hochgradig individuellen Konfiguration) geringere Kosten entstehen. Zudem wird aus Verbrauchersicht ein Wandel in der Wahrnehmung erwartet, bei dem im Hinblick auf den „Beförderungsvorgang“ vermehrt der Provider mit der Mobilitätsdienstleistung in Verbindung gebracht wird und nicht mehr der Hersteller des Fahrzeugs. Das derzeit überlebenswichtige Markenimage der Hersteller rutscht somit in die Bedeutungslosigkeit ab. So könnten autonome Shuttle als White Label Produkte hergestellt werden, wodurch die Margen der OEM auf ihre Marken sinken und somit der Preisdruck erhöht würde. Vom Preis unabhängig werden die Erwerbskosten für den Endkunden ohnehin nur indirekt von Bedeutung sein, da die Anschaffung weniger im Privaten liegt, sondern vielmehr durch die Provider erfolgt. Der Verbraucher wird hierdurch, vor allem im urbanen Bereich, vermehrt zur Nutzung von „Mobility-as-a-Service“ gedrängt.

Gründe für eine Kostensteigerung	Gründe für eine Kostensenkung
<ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung auf Durabilität • Geringere Stückzahl • Sensorik • Software • IT-Infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringere Margen • Anzahl der Derivate werden geringer • Lebenszyklen werden länger (geringere Umrüstkosten) • Verhandlungsdruck durch Großabnehmer (Flottenbetreiber)

Tabelle 2: Erwerbskosten im Überblick

3.3 Betriebskosten

Im Gegenzug zu den mehrheitlich erwarteten höheren Erwerbskosten gehen die Betriebskosten den Experten zufolge signifikant zurück. Dies liegt zum einen an der deutlich höheren Auslastung der Shuttles. Während ein privater PKW derzeit 95% seiner Lebenszeit nicht genutzt wird, sind die effektiven Betriebsstunden autonomer Shuttles deutlich höher. Der durchschnittliche Kilometerpreis könnte daher um 50-90% sinken. Mit Hilfe intelligente Software und effizientem Flottenmanagement können Nutzung und Wartung weiter optimiert und gesteuert werden. Diese Aufgabe könnte durch spezialisierte Firmen übernommen werden. Laut Experten wiegen die Ausfallkosten und der damit einhergehende Umsatzverlust in Zukunft schwerer als notwendige Wartungskosten, die wiederum durch industrialisierte Prozesse weitere Einsparpotenziale bergen. Darin inkludiert sind bereits umfangreiche Komponentenwechsel, die aufgrund der intensiven (Ab-) Nutzung notwendig werden. Während die Fahrzelle als solche bestehen bleibt, wird das Interieur nach einer gewissen Zeit ausgetauscht. So wird einerseits der Lebenszyklus der Fahrzelle verlängert und andererseits der Komfort der als öffentliches Gut wahrgenommenen Mobilitätsdienstleistung gewährleistet. Für derartige modulare Re-Fresh-Lösungen könnten bestehende Konzepte aus anderen Branchen (z. B. Luftfahrt und Bahnverkehr) adaptiert werden.

Als weitere Ergänzung führen wir die Rubrik „Entsorgung“ an, die von den Experten nicht genannt wurde, aber dennoch relevant ist. Zum aktuellen Zeitpunkt ist die Entsorgung der Fahrzeuge für den Endkunden kein unmittelbares Thema und ist entweder kostengünstig oder sogar kostenlos. Dies wird sich in Zukunft aufgrund des höheren Anteils an elektronischen und sensorischen Bauteilen sowie der Akkus ändern. Insbesondere in Bezug auf die Akkus ist eine spezielle Entsorgung bzw. Recycling notwendig. Diese Kosten werden jedoch für den Endkunden nicht direkt sichtbar sein, sondern in der Mobilitätsdienstleistung bereits eingepreist sein.

4 Akzeptanz für ausgewählte Mobilitätsangebote

Die Experten wurden gebeten, ihre Einschätzung hierzu auf einer 5er-Skala (1 = sehr gering bis 5 = sehr hoch) anzugeben. Es ist zu erkennen, dass für Pooling-Angebote eine mittlere Akzeptanz vorhergesagt wird, während für Sharing und intermodale Angebote hohe Akzeptanzwerte prognostiziert werden. Für persönliche Chauffeur-Dienste wird lediglich eine geringe Akzeptanz erwartet.

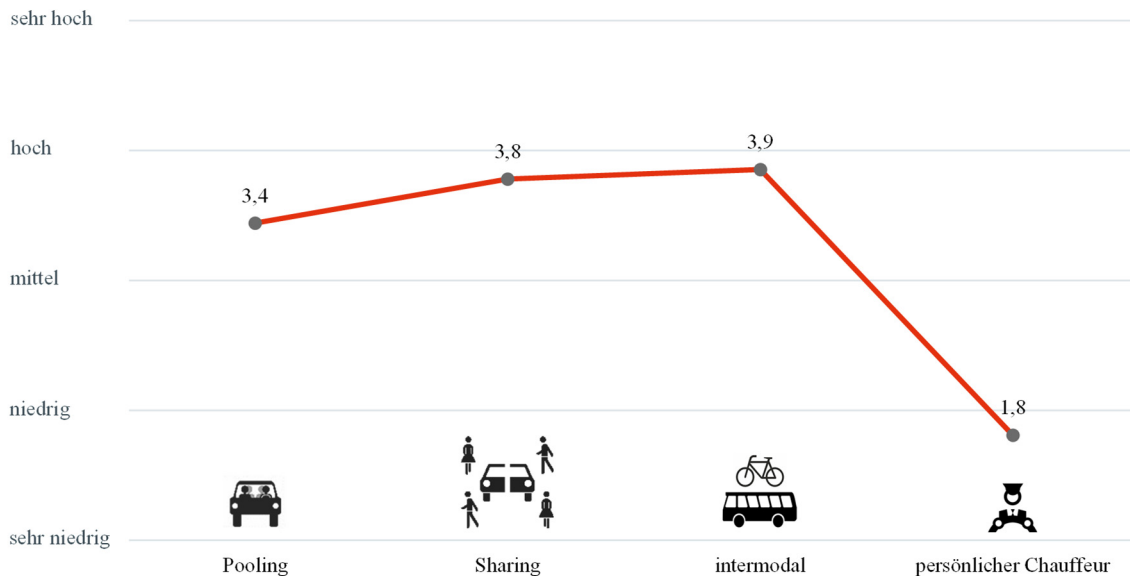


Abbildung 2: Perspektivische Akzeptanz für ausgewählte Mobilitätsangebote

Das Carpooling, sprich die Bildung von Fahrgemeinschaften, erfährt weniger Akzeptanz als das Carsharing. Ein Grund hierfür könnte darin liegen, dass es sich beim Pooling zwar um ein nachhaltiges Konzept für Mitfahrer und Fahrer handelt, Strecken effizient gemeinsam zu bewältigen, im Gegenzug jedoch wenig Raum für die als wichtig empfundene Individualität, Flexibilität sowie Privatsphäre bleibt. Eine Sensibilisierung und Incentivierung durch Städte und Kommunen (z. B. eigene Fahrspuren für Fahrgemeinschaften) sowie Arbeitgeber könnte die Bereitschaft zum Pooling erhöhen. Sharing-Angebote erfreuen sich dagegen insbesondere in den Großstädten bereits großer Beliebtheit und machen das eigene Auto größtenteils obsolet. Die permanente, schnelle, kurzzeitige und unbürokratische Verfügbarkeit lässt diese gemeinschaftliche Form der Nutzung nahezu als individuelle Nutzung erscheinen. Im Vergleich zum eigenen PKW ergeben sich zudem Kostenvorteile. Obwohl die Einzelkosten je km beim Sharing höher sind, liegen diese kumuliert in der Regel unter den Gesamtkosten eines privat betriebenen PKW.

Neben diesen beiden Konzepten bietet intermodale Mobilität, also die Möglichkeit, über Umsteigepunkte während einer Reise direkt zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln zu wechseln, eine weitestgehend akzeptierte Option. Grundvoraussetzung hierfür ist allerdings ein ausreichend abgestimmtes, getaktetes und verfügbares ÖPNV- sowie Mikromobilitätsangebot, um die Endnutzer zum Wechsel zu motivieren.

Hinsichtlich des persönlichen Chauffeurs ist der Experteneinschätzung zufolge nur von einem Nischenmarkt mit insgesamt geringer Akzeptanz auszugehen, der exemplarisch und mit etwas Humor wie folgt beschrieben wurde: „Ein persönlicher Chauffeur ist purer Luxus, den ich mir nur zur Hochzeit und zur eigenen Beerdigung gönne.“

5 Stellenwert von Individualität und Exklusivität

Bei den Antworten der Experten auf diesen Aspekt der Mobilität bestanden wenig Abweichungen. Individualität und Exklusivität sind der Wunsch eines jeden Menschen, der momentan für einen Großteil der Bevölkerung in Form eines privaten PKW oder eigenem Rad erfüllt ist. Die Endkunden werden daher versuchen, diesen Status (mindestens) zu bewahren und für äquivalente autonome Angebote im Rahmen ihrer finanziellen Möglichkeiten auch bezahlen. Individualität und Exklusivität werden demnach als Leistungsfaktoren wahrgenommen und entsprechend bepreist (je individueller und exklusiver, desto teurer).

Neben ökonomischen Grenzen werden jedoch auch ökologische Hemmschwellen eine Rolle spielen, die bei zunehmendem Umweltbewusstsein zu einem Umdenken im Mobilitätsverhalten führen können. Dieses Umdenken könnte durch politische Preissteuerung die Motivation zur Nutzung des ÖPNV erhöhen. Dieser müsste gleichzeitig mit einer Qualitätsoffensive, höherer Taktung und kleineren Einheiten für eine breitere Akzeptanz bei den Endkunden sorgen. Nur wenn die Reisekette einfach abzuhandeln ist und intermodale Komponenten im Zusammenspiel einen hohen Individualisierungsgrad ermöglichen, kann das öffentliche System am Laufen gehalten werden. Ansonsten besteht die Gefahr einer weiterhin hohen Nachfrage an individuellen Shuttle-Diensten.

Für exklusive Angebote wird es den Experten zufolge einen kleinen, aber relevanten Nischenmarkt geben. Das Volumen wird auf 5-20% des Gesamtverkehrs geschätzt und über Abo-Modelle oder temporäre Preisaufschläge auch kurzzeitig als bezahlbare Lösung bereitgestellt. Dabei wird der Fokus nicht auf Prestige und Statussymbolik liegen, sondern vielmehr auf einem Luxusgedanken nach dem Motto: „Man gönnt sich ja sonst nichts.“ Sofern im urbanen Bereich mit einem qualitativ besser aufgestellten ÖPNV zu rechnen ist, wird die Nachfrage nach exklusiven Angeboten dort tendenziell zurückgehen, während sie in suburbanen und ruralen Bereichen eher gleichbleibt. Im magistralen Bereich wird eine erhöhte Nachfrage nach exklusiven

Angeboten bestehen, sowohl für private als auch berufliche Anlässe. Ob im Shuttle, im Zug oder im Flugzeug: Der Wunsch nach Privatsphäre für Familienreisen oder nach Diskretion bei Dienstreisen wird zunehmen und neue Raum- und Nutzungskonzepte hervorbringen.

6 Entwicklungen im Vertrieb bzw. in der Bereitstellung

Die Experten attestieren den momentan bereits am Markt befindlichen Teilnehmer ein hohes Bestreben danach, den Mobilitätsmarkt von morgen aktiv mitzugestalten und als Anbieter bzw. Betreiber von Mobilitätsdienstleistungen auftreten zu wollen. Gleichzeitig prognostizieren sie einen harten Kampf um die lukrativsten Plätze in der zukünftigen Mobilitätslandschaft. In diesen Kampf werden auch neue Player eintreten, die den Markt von Grund auf aufmischen und die Kräfteverhältnisse neu verteilen werden. Es wird daher in allen Bereichen (Zulieferer, Hersteller, Provider, etc.) mit deutlich sichtbaren Konsolidierungseffekten zu rechnen sein. Dies wird einhergehen mit einem kompletten Wandel der Wertschöpfungskette. Steht heute noch primär die Hardware bzw. das Produkt im Vordergrund, wird die autonome Mobilität durch Software, Daten und Services geprägt sein. Der Kundenkontakt sowie die Kundenbindung einschließlich der dahinterliegenden Plattformen und Vertriebsmodelle werden daher zum Erfolgsfaktor und über die Gewinner und Verlierer der Mobilitätswende entscheiden. Aus Sicht des Endkunden wird all dem kaum Aufmerksamkeit geschenkt werden. Der Betrieb wird durch industrialisierte Lösungen im Hintergrund abgewickelt und durch koordinierte B2B-Interaktionen gesteuert. Für den Kunden erfolgt die Inanspruchnahme von Mobilitätsdienstleistungen „aus einer Hand“ über einen zentralen Vertriebsknotenpunkt (App-Inhaber ist Sieger), der gleichzeitig Ansprache und Buchungsplattform vereint. Als Nebenprodukt im Wettbewerb um den Kunden kann sich dieser im besten Fall über eine gesteigerte Servicequalität freuen.

Die Rolle der OEM in der neuen Mobilitätslandschaft wird dabei stark von ihrem Geschäftsmodell und ihrer Wandlungsfähigkeit abhängen, woraus sich zwei mögliche Szenarien ergeben: *Bleiben sie bei ihrem Kerngeschäft oder treten sie auch als Betreiber auf?* Beschränken sich die Hersteller weiterhin ausschließlich auf die Produktion von Fahrzeugen, werden sie im neuen System vermehrt die Rolle des Zulieferers für die Betreiber einnehmen und weniger die Endkunden bedienen. Dies birgt zwei Risiken, die dazu führen, dass nicht alle OEM überleben werden. Erstens sinkt das Fahrzeugvolumen aufgrund der längeren Laufzeiten und geringeren benötigten Gesamtzahl, weshalb nicht mehr so viele Fahrzeuge produziert werden müssen, und zweitens wird die Strahlkraft ihrer Marke verschwinden, da das Image künftig über den Provider erzeugt wird (vgl. Flugzeugbauer und Fluglinien). Hierdurch bricht ein signifikanter Anteil ihrer Marge weg. Treten sie hingegen in den Wettbewerb der Betreiber ein, bleibt ihnen fast keine andere Wahl als sich mit anderen Firmen zusammenzuschließen, da ihnen Software, Kundendaten und Infrastruktur fehlen.

Schlussendlich wird die Geschwindigkeit des Markteintritts und die damit verbundene Digitalisierung sowie Skalierung darüber entscheiden, welche Rolle die OEM in den Kooperationsverbänden einnehmen.

Aufgrund des zunehmenden B2B-Geschäfts zwischen OEM und Betreibern wird das klassische Privatkundengeschäft signifikant zurückgehen und zu einer Ausdünnung der Autohäuser führen. Die verbliebenen Händler werden sich neu ausrichten müssen und könnten in der neuen Wertschöpfungskette eine infrastrukturelle Rolle für Service und Wartung einnehmen. Weitere Veränderungen werden auch bei den Zulieferern eintreten. Diverse Komponenten (z. B. Motorenteile für Verbrenner, Abgasreinigung, Getriebe, etc.) sind bei autonomen Elektrofahrzeugen obsolet, weshalb für diese Firmen eine Anpassung des Geschäftsmodells nicht ausreichen wird. Hier ist vielmehr eine umfangreiche Neuausrichtung zwingend notwendig. Vermieter und Sharing-Anbieter haben dagegen gute Chancen, ihre aktuelle Marktposition in eine bedeutende Rolle in der neuen Mobilitätslandschaft zu überführen. Sie verfügen bereits über ein funktionierendes Plattform-Business sowie Know-how im Flottenmanagement, Kundenkontakt und eine breite Vertriebsinfrastruktur.

Dem ÖPNV wird weiterhin eine zentrale Rolle in der Daseinsvorsorge zukommen (§ 1 RegG). Dabei werden sich die regionalen Mobilitätskonzepte jedoch den neuen Gegebenheiten anpassen müssen, was eine Umstellung auf digitale Vertriebsmodelle (Buchungsplattformen) impliziert. Nur so kann die Integration in intermodale Systeme gelingen. Die Verbindung von staatlich und privatwirtschaftlich organisierten Angeboten wird daher eine besondere Herausforderung darstellen. Sollte der Wandel aus eigener Kraft nicht zu realisieren sein, besteht laut Experten sogar die Möglichkeit, die Verkehrsleistungen unter hohen Auflagen (und Subventionen) an private Anbieter zu vergeben, die stellvertretend den staatlichen Auftrag erfüllen. Die Deutsche Bahn wird in Deutschland im Fernverkehr weiterhin der dominante Anbieter sein. Allerdings besteht auch hier die größte Herausforderung in der Anbindung an die intermodalen Schnittstellen des ÖPNV bzw. die „letzte Meile“. Im europäischen Kontext besteht auf der Langstrecke ein erhöhter Abstimmungsbedarf mit anderen nationalen Eisenbahnkonzernen, um das Reisen mit der Bahn im Vergleich zum Flugzeug noch attraktiver zu gestalten. Ein konkretes Beispiel hierfür ist die neue Kooperation von DB, SNCF, ÖBB und SBB im Rahmen des Ausbaus des transeuropäischen Nachtverkehrs. Im Bereich der Luftfahrt wird sich bzgl. des Vertriebs und der Bereitstellung wenig ändern. Allerdings könnten vermehrt strategische Partnerschaften eingegangen werden, wie der Ausbau der Kooperation zwischen Deutscher Bahn und Lufthansa zeigt.

7 Geschäftsmodelle im Szenario mit autonomen Verkehrsträgern

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Expertengruppe konnten diverse Aussagen zu Geschäftsmodellen gesammelt und ausgewertet werden. Im Zuge der

Materialdurchsicht kristallisierten sich die folgenden sechs Geschäftsmodellsschwerpunkte heraus:

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. Hardware | 2. Software | 3. Daten |
| 4. Betrieb | 5. Energie | 6. Dual Use |

Der Bereich Hardware spiegelt die bekannte Zulieferpyramide wider, die auch in Zukunft eine hohe, wenngleich in der Gesamtbetrachtung geringer werdende Relevanz haben wird. Die System- und Modullieferanten (1. Tier) bzw. Komponenten- und Teilelieferanten (2. Tier) werden sich auf die (technische) Beschaffenheit der neuen Zellen einstellen und ihre Produktpalette ggf. umstellen/erweitern müssen. Aus diesem Grund werden sich die Lieferkettensysteme und Anbieter wenig ändern. Jedoch wird es durch die Veränderung des Vertriebs und Betriebs zu neuen Abrechnungs- und Geschäftsmodellen kommen. Heute noch unübliche Ansätze und Geschäftsmodelle wie z. B. Customer Loyalty, Direct Selling, Performance-Based Contracting, Pay per Use, Revenue Sharing, Solution Provider oder die Nutzung von White Label werden spürbar zunehmen.




 Hardware	 Software	 Daten
<ul style="list-style-type: none"> # Endmontage, Fusion (OEM) # 1. Tier # 2. Tier # Einzel-/Verschleißteile 	<ul style="list-style-type: none"> # Fahrzeugsteuerung (FAS bis autonom) # Flottensteuerung # Schnittstellen für Drittsysteme # Konnektivität # IT-Security # Backend-Systeme # Cloud-Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> # Fahrzeugdaten # Passagierdaten # Kundendaten # Daten über Umwelt & Wetter # Datenaufbereitung # Datenspeicherung # Datenübermittlung

Abbildung 3: Geschäftsmodelle – Hardware, Software, Daten

Im Bereich der Software werden auch Akteure in den Markt eintreten, die traditionell wenig im Mobilitäts- oder Fahrzeugbausegment involviert waren. Die Geschäftsmodelle in diesem Bereich betreffen einerseits die Fahrzeugsteuerung (im Kleinen) bis hin zur Flottensteuerung (im Großen). Andererseits werden zwischen den Verkehrsträgern und an Schnittstellen zu (smarter) Infrastruktur Softwarelösungen benötigt, die den operativen Betrieb ermöglichen. Die Software wird in Zukunft deutlich relevanter und den Unterschied zwischen den Fahrzellen ausmachen. Mit der „Smartphoneisierung“ der Fahrzellen werden sich die PKW-OEM strategisch ebenfalls entweder nach der „Apple-Lösung“ oder der „Samsung-Google Lösung“ ausrichten müssen. Bei der Apple-Lösung kämen Soft- und Hardware aus einer Hand, bei der Sam-

sung-Google-Lösung würden diese separat bereitgestellt. Da große Wertschöpfungs-teile im Bereich der Software liegen, werden viele Marktteilnehmer versuchen, sich hier gut zu positionieren. Die Bandbreite der Software wird sich perspektivisch noch erweitern und ist heute mit IT-Security, Cloud-Lösungen, Schnittstellen für Drittsysteme, Connectivity, Fahrzeugsteuerung, Flottenmanagement bis hin zu Backend-Systemen bereits sehr breit aufgestellt. Neben den üblichen Geschäftsmodellen aus dem Softwarebereich werden z. B. auch Geschäftsmodelle auf Basis von Add on, Affiliation, Flatrate, Freemium, Integrator, Lizenzen, Lock In, Long Tail, Pay per Use, Pay per Click, Abo-Modell oder White Label aufkommen.

Einhergehend mit der Bereitstellung von Softwarelösungen wird die Sammlung, Aufbereitung und Kapitalisierung von Daten ein profitabler Bereich von Geschäftsmodellen darstellen. Die Datenkapitalisierung wird dabei in viele andere Geschäftsmodellbereiche hereinspielen und diese beeinflussen. Neben den Rohdaten werden die aufbereiteten Daten im Zentrum der Datenanalyse und Kapitalisierung stehen. Hier sind vier mögliche Ausrichtungen zu erwarten:

- die Optimierung und Weiterentwicklung der Hard- und Software.
- die Optimierung von Betriebsprozessen.
- die Erstellung von Kundenprofilen für die Nutzung bei Dual Use Services und dem operativen Betrieb. (z. B. Bewegungsmuster, Präferenzen, POI, etc.).
- die Speicherung, Verwaltung und Übermittlung von Daten.

Insbesondere die Möglichkeit, den Kunden über gezielte Datenauswertung besser kennenzulernen, eröffnet die Möglichkeit, individuell zugeschnittene Angebote zu platzieren. Die Datenaufbereitung und Nutzung werden auch in der Entwicklung, dem operativen Betrieb oder bei den Wartungen ökonomische Potenziale heben. Ebenfalls werden die Speicherung und Übermittlung von Daten mit der wachsenden Sensorik im Fahrzeug am Volumen und Relevanz zunehmen. Die Fähigkeit, die Daten passgenau zu übermitteln, wird in der autonom fahrenden Zukunft eine Basisfunktion sein, ohne welche die Umsetzung kaum möglich wäre. Diejenigen Anbieter, die mit Daten agieren, werden dann die Rolle eines Zulieferers für weitere Geschäftsmodelle einnehmen. Im Bereich der Daten werden neben den üblichen Pay per Use, Pay-Wall oder Pay per Click in der Zukunft weitere Geschäftsmodelle aufkommen, wie z. B. Trash-To-Cash, Revenue Sharing, Mass Customization, Flatrate-Modelle, Lizenzen, Integrator oder Affiliation.




 Betrieb	 Energie & Infrastruktur	 Dual Use Service
# Wartung & Reparatur	# Alternative Energie	# Cross-Selling/ Up-Selling
# Re-Fresh	# Hybride Lösungen	# mögliche Tätigkeiten während des Transits
# Reinigung & Energieaufladen	# Elektro	# Daten/Informationen
# Flottenmanagement	# Schnellladen	# Premium-Account ohne Werbung
# Hub-Betrieb (Flughafen/ Bahnhof)	# Smart Grid	# Fremdbezahlen (Entkopplung Kunde und Nutzer)
# Vermittlerplattform	# antizyklisch Laden	# Infotainment
# Chauffeurdienste Robo-Taxis	# Leitungen	
# Finanzierung	# Infrastrukturaufbau	
# Transaktionen	# Infrastrukturwartung	
# Asset Management	# Infrastrukturbetrieb	
# Parkraumbewirtschaftung		
# Versicherung		

Abbildung 4: Geschäftsmodelle – Betrieb, Energie & Infrastruktur, Dual Use Service

Die nächsten drei Geschäftsmodellbereiche Betrieb, Energie & Infrastruktur sowie Dual Use Services sind heute noch Nischen im Verhältnis zu der Relevanz und dem sich abzuzeichnenden Umsatzvolumen in der Zukunft. Obwohl diesen drei Geschäftsmodellbereichen eine prosperierende Zukunft vorausgesagt wird, ist eine konkrete Ausgestaltung nur schwer zu prognostizieren. Seitens der Experten wurden diesbezüglich die Kernaufgaben für Mobilität und den Nutzer als auch Kunden genannt, die im Rahmen einer neuen Mobilitätslandschaft notwendig sind. Im folgenden Abschnitt werden die in Abbildung 4 dargestellten Bereiche vorgestellt.

Den größten Geschäftsmodellbereich stellt in der Zukunft der Betrieb dar. Insbesondere in Bezug auf den Verkehrsträger PKW sahen die Experten aufgrund signifikanter Veränderungen in der Form des Betriebes das größte Potenzial. Vor dem Hintergrund des Wandels des Betriebs von einer privaten hin zu einer professionellen, industriellen Umsetzung ergeben sich vielfältige Ansatzpunkte entlang des Lebenszyklus der autonomen Zellen. Dies beginnt mit der Finanzierung und Verwaltung der Assets über das Flottenmanagement inkl. Wartung, Reparatur und Reinigung bis hin zum Vertrieb der Mobilitätsdienstleistung via Online-Plattformen sowie deren tatsächliche Durchführung. Ergänzende Geschäftsfelder entstehen im Betrieb von Mobilitäts-Hubs, in der Bewirtschaftung von Parkräumen oder Betriebshöfen sowie angeschlossenen Versicherungsdienstleistungen.

Im Bereich Betrieb von PKWs wurden viele Parallelen zur Luftfahrt gezogen, die heute bereits industriell umgesetzt werden. Die Träger der Mikromobilität (z. B. Rad oder Roller) werden ebenfalls eine Entwicklung zur industriellen Umsetzung vollziehen. Jedoch wird sich die Mikromobilität einerseits durch die geringeren Investitionsvolumen und Infrastrukturkosten schneller wandeln aber andererseits final nicht

die gleiche Durchdringung erfahren. Die geringeren notwendigen Investitionen erleichtern professionellen Betreibern zwar den Markteintritt, führen jedoch auch dazu, dass weiterhin die Möglichkeit des privaten Betriebs besteht.

Einhergehend mit der Professionalisierung und Industrialisierung des Betriebs werden alle Mobilitätsträger grundsätzlich sowohl durabler als auch teurer. Aus diesem Grund werden die finanziellen Fähigkeiten zum privaten Betrieb in der Zukunft bei vielen Trägern, wohl auch beim PKW, nur noch einem kleineren Personenkreis vorbehalten sein. Gleichwohl wird es parallel zum professionellen Betrieb noch Misch- und Hybridformen des Betriebes geben. Oldtimer, Cabriolets, Sportwagen oder Motorräder werden nach Ansicht einiger Experten als Hobby betrieben, ähnlich wie heute der Reitsport. Die Spannbreite und Vielfalt im Bereich des Betriebes lässt auch eine mannigfaltige Gestaltung von Geschäftsmodellen zu. Diese können zum Beispiel von No Frills, Target The Poor, Razor and Blade, Hidden Revenue, Cash Machine, Experience Selling, Rent Instead of Buy, Fractionalized Ownership bis zu Ultimate Luxury reichen.

Der Bereich Energie & Infrastruktur ist eng mit dem Betrieb verbunden und bündelt alle Themen rund um die Energiezufuhr, -erzeugung, -speicherung sowie den Energiefluss inkl. der dazugehörigen Infrastruktur. Mit dem Wechsel von Verbrennungsmotoren hin zu Hybriden und elektrischen Aggregaten werden sich die Geschäftsmodelle im Bereich der Energie stark wandeln. Das Konzept vieler Tankstellen, mit einem Kernprodukt (Kraftstoff) zur Kundengewinnung und hohen Margen auf After Sales, Add on und Cross Selling wird in der Zukunft mit der dezentralen Ladestruktur nicht mehr aufgehen. Neue Potenziale für Geschäftsmodelle entstehen mit dem Ausnutzen des Smart Grid, dem schnellen oder antizyklischen Laden. Der Aufbau und die Wartung der meisten Infrastruktur sind heute in Deutschland staatlich organisiert. Außerhalb von Deutschland sind PPP oder auch privat betriebene Infrastruktur deutlich verbreiteter. Ob diese Optionen in Europa zukünftig umfangreicher genutzt werden, waren sich die Experten uneinig. Jedoch werden der Betrieb und die Nutzung von Infrastruktur sicherlich ökonomischer erfolgen, als es heute der Fall ist. So werden z. B. auch Mautsysteme in Deutschland üblich sein. Durch den Wandel zu einem industriellen Betrieb wird der Bereich Energie in der Zukunft stärker von B2B als B2C-Kundenbeziehungen geprägt sein. Durch die B2B-Ausrichtung werden z. B. Geschäftsmodelle wie Performance-Based Contracting, Orchestrator, Long Tail, Hidden Revenue, Customer Loyalty, Flatrate oder From Push-to-Pull zunehmen.

Im Bereich Dual Use Services werden neue und innovative Geschäftsmodelle entstehen, um die Transitzeit oder alternative Nutzungen der Mobilität zu kapitalisieren. Bei diesen Dual Use Services wird die Mobilität nicht allein im Fokus der Konsumenten stehen, was für die Geschäftsmodelle von großer Relevanz ist. Bereits heute ist das Segment Infotainment mit Musik, Navigation, Informationen, usw. für die

OEMs äußerst lukrativ. Die Fahrzeuge und deren Verwendung als 3. Place ermöglichen es dem Anbieter, die Leistungen zu emotionalisieren und als individualisiertes Produkt zu platzieren. Mit der Konsumierung der Mobilität als Passagier wird die Transitzeit von A nach B zu einem Zeitraum, in dem eine parallele Nutzung der Zeit für zusätzliche Leistungen ermöglicht wird. Die angebotenen Dual Use Services werden sehr unterschiedlich sein und sich für mobilitätsferne Produkte zum Substitut entwickeln. Beispielsweise könnte die Transitzeit genutzt werden, um Sport zu treiben (Ersatz für das Fitnessstudio) oder bei Nachtfahrten als Alternative zur Hotelübernachtung dienen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Insassen mit Werbung zu bespielen oder ein Transit von Dritten zu bezahlen zu lassen, wenn diese einen Mehrwert für sich erkennen. Durch die Diversität der angebotenen Leistungen im Bereich der Dual Use Services werden auch die genutzten Geschäftsmodelle stark variieren und von Make More Of It, Open Business Model, Rent Instead of Buy, Shop-In-Shop, Abo-Modelle, Supermarket-Konzept (große Auswahl und kleine Preise) Two-Sided Market, Ingredient Branding, Franchising, Freemium bis Add on, Barter-Deals und Cross Selling reichen.

8 Fazit

Bei einer abschließenden Bewertung der Aussagen zu den genutzten Geschäftsmodellen werden die aus den vorherigen Abschnitten bereits entstandenen Eindrücke und Ergebnisse bestätigt. Das Geschäft der autonomen Mobilität verlagert sich von einer aktuell durch hohe Margen geprägten Herstellung von Hardware hin zu dessen Betrieb, wozu im weiteren Sinne auch die Energie zählt. Im Bereich Dual Use und Services werden neue und innovative Geschäftsmodelle entstehen, wodurch die Gesamtumsätze in der Mobilität deutlich steigen werden.

Mobilität – Quo vadis? Ein Ausblick in die autonome Zukunft

Marcus Dodt

Head of Research bei der Think-Tank-Beratungsgesellschaft #FORTSCHRITT, marcus.dodt@fortschritt.co

Matthias Achim Teichert

Co-Founder und Geschäftsführer der Think-Tank-Beratungsgesellschaft
#FORTSCHRITT, achim.teichert@fortschritt.co

1	Einleitung.....	19
2	Entwicklung der Verkehrsträger in einer autonomen Verkehrslandschaft	19
3	Urbanes Mobilitätsszenario	28
4	Suburbanes Mobilitätsszenario.....	30
5	Rurales Mobilitätsszenario	31
6	Magistrales Mobilitätsszenario	31
7	Fazit	32

Abstract:

Dieser Beitrag betrachtet eine Mobilitätslandschaft, in der sich Mobilität bereits maßgeblich in Richtung autonomer Mobilitätsangebote und -dienstleistungen entwickelt hat. Der Weg in diese neue Welt der Mobilität ist mit einer Vielzahl an Herausforderungen und Unwägbarkeiten verbunden und wird die aktuell bestehenden Marktstrukturen nachhaltig verändern. Im Rahmen einer qualitativen Interviewstudie wurden 75 Experten aus verschiedenen Branchen und Sektoren der Mobilität dazu befragt, wie sich die Mobilität in einem autonom geprägten Szenario darstellen und wie sich die einzelnen Verkehrsträger entwickeln könnten. Eine Inhaltsanalyse brachte sechs Kernbereiche hervor: (a) Bedürfnisse; (b) Entwicklung; (c) Vorteile/Nutzen; (d) Anforderungen; (e) Umsetzung/Herausforderungen; (f) Regulatorik. Im Zentrum der Betrachtung standen die Verkehrsträger PKW, Zug/Bahn, Flugzeug/Drohne sowie Rad/Roller, die vor dem Hintergrund verschiedener Siedlungsgeographien (urban, suburban, rural und magistral) differenziert betrachtet wurden. Insgesamt sprechen die Experten der autonomen Mobilität ein hohes Game-Changer-Potenzial zu, das die Art und Weise der Fortbewegung grundlegend verändern wird. Gleichzeitig kann bilanziert werden, dass der genaue Ablauf des Systemwechsels noch völlig unklar ist und autonome Mobilität – auch im Hinblick auf die ökologische Dimension – nicht der alleinige Heilsbringer sein wird.

JEL Classification: O18

Keywords: autonome Mobilität, Dual Use, Mobilitätswende, Zukunftsszenario.

1 Einleitung

Wir haben uns in diesem Beitrag mit der Frage beschäftigt, wie sich die Mobilität der Zukunft in einer größtenteils durch autonome Verkehrsträger dominierte Verkehrslandschaft darstellen wird. Die zentrale Frage lautete: Wie werden sich die Verkehrsträger in den nächsten Jahren entwickeln und wie wird die Mobilität in einem autonomen Mobilitätsszenario aussehen? Hierzu haben wir 75 Experten aus unterschiedlichen Branchen und Sektoren interviewt, die alle über einen direkten wirtschaftlichen Bezug zur Mobilität verfügten. Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte über persönliche Kontakte oder über die jeweils ausgewiesenen Ansprechpartner bzw. Pressestellen der Unternehmen. Ihre Position im Unternehmen gaben die Teilnehmer mit Bereichsleiter/Vorstand (35%), Team-/Abteilungsleiter (36%) und Experte (z. B. Wissenschaftler; 29%) an. Sie deckten sämtliche Bereiche der Wertschöpfung sowie Verkehrsträger ab und bildeten somit eine Stichprobe mit ausgewiesener Expertise.

2 Entwicklung der Verkehrsträger in einer autonomen Verkehrslandschaft

Mit der eingangs aufgestellten Leitfrage sollten die Experten aus ihrer Sicht das „Big Picture“ der Mobilität der Zukunft sowie den Weg dorthin beschreiben. Aufgrund des sehr hohen Informationsgehalts der Antworten erfolgte die Auswertung in zwei Teilen. Zunächst wurden allgemeine und übergeordnete Aussagen gefiltert und induktiv zu Kategorien zusammengefasst. Anschließend wurden konkrete Aussagen zu einzelnen Verkehrsträgern nach Siedlungsgeographien differenziert und aufbereitet.

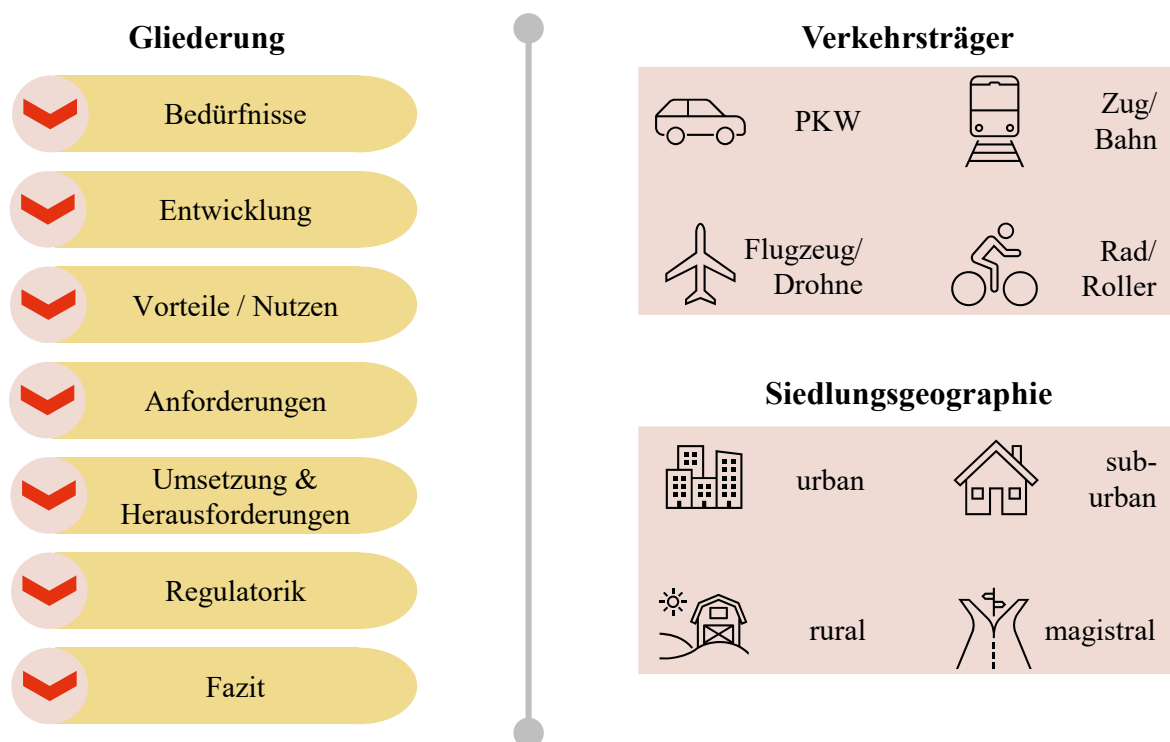


Abbildung 1: Struktur des Beitrags

2.1 Bedürfnisse

Wie komme ich von A nach B? Diese zentrale Frage muss effizient, einfach, komfortabel, ökologisch, sicher und spontan zu beantworten sein. Individuelle Mobilität ist ein Grundbedürfnis jedes Einzelnen, das dadurch bestimmt sein wird, Entscheidungen selbstständig zu treffen und mitzugestalten. Mehr individuelle Mobilität wird einhergehen mit personalisierter, individualisierter und auf die Bedürfnisse und Präferenzen der Nutzer abgestimmten Angebotspalette. Dabei liegt der Fokus schon heute nicht mehr ausschließlich auf der reinen Bereitstellung von Mobilität, sondern bereits vermehrt auf der Zweitverwendung der Transitzeit (Dual Use). Je nach Anlass der Fahrt (z. B. Einkauf, Reise, Ausflug, etc.) ergeben sich weitere Bedürfnisse und Ansprüche an die parallelen Nutzungsmöglichkeiten, die von den Anbietern bedient werden müssen. Mit Blick auf den Generationenwechsel ist bei der jüngeren Zielgruppe eine erhöhte Affinität und Empfänglichkeit für derartige Angebote zu erwarten, die jedoch gleichzeitig hohe Ansprüche an die gesamtökologische Verträglichkeit stellen. Weiterhin sollen zukünftige Mobilitätskonzepte die Einbindung aller Altersklassen ermöglichen, weshalb auch die Bedürfnisse, Sorgen und Ängste der älteren Generationen berücksichtigt werden müssen.

2.2 Entwicklung

Die Dynamik in der Entwicklung des Mobilitätssektors hat in den letzten 30 Jahren kontinuierlich an Fahrt aufgenommen, jedoch bis dato noch nicht zu gravierenden, marktverändernden Neuerungen geführt. Aus Sicht der Experten wird die E-Mobilität diese Entwicklung zwar weiter beschleunigen, aber auch nicht den großen Durchbruch beschieren. Dieser wird sich erst dann einstellen, sobald vollautonome Fahrzeuge für den Markt bereitstehen.

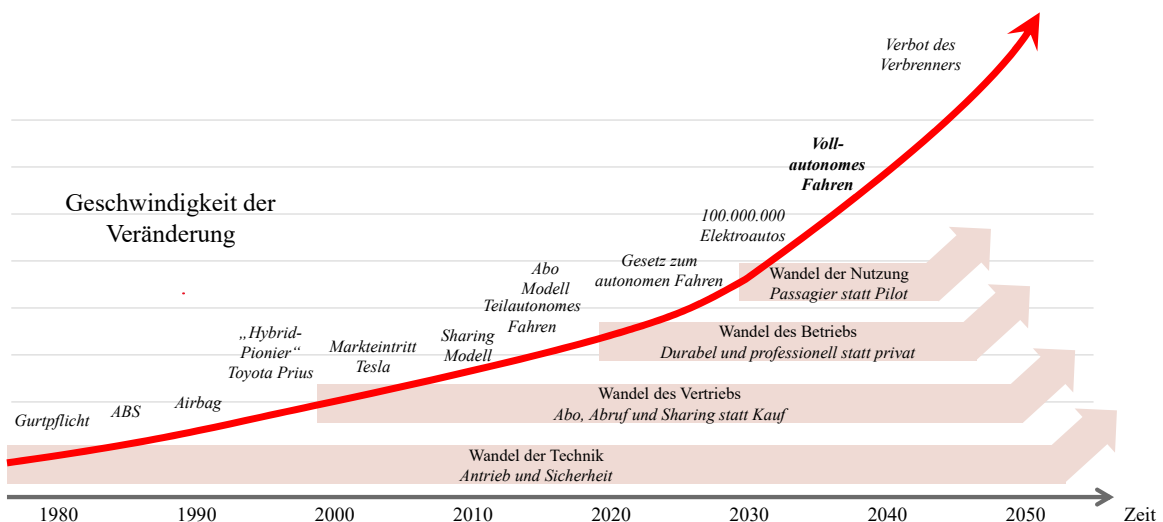


Abbildung 2: Entwicklung der Mobilität

Die Nachfrage nach intermodaler Mobilität wird steigen und vielfältige Angebot hervorbringen, die für den Einzelnen deutlich mehr Nutzungsoptionen für die Transitzeit bieten. Der Bedarf an Mobilität wird weiterhin sehr hoch sein und aufgrund der bequemen und verfügbaren Optionen zu mehr Verkehr als heute führen. Einen zentralen Aspekt der Mobilitätswende stellt in diesem Zusammenhang der Wandel in der Eigentumsstruktur dar, der sich in einer Auflösung der Eigentumsfixierung manifestieren wird. Ob durch privatwirtschaftliche, öffentliche oder genossenschaftliche Betreiber organisiert: Ein industrialisiert umgesetzter Flottenbetrieb mit Robo-Taxis wird den motorisierten Individualverkehr (MIV) sowie in Teilen auch den heute üblichen ÖPNV ablösen. Dieser Kulturwandel vom Individualgut zum Sharing-Gut wird einhergehen mit einer Professionalisierung, wenngleich nicht immer primären Ökonomisierung des Betriebs. Die in der Folge zur Verfügung stehende breite Auswahl an Mobilitätsangeboten wird notwendig sein, um hinsichtlich Abdeckung und Verfügbarkeit den Kippunkt der Akzeptanz zu überschreiten und die Endkunden zum Wechsel zu motivieren. Dabei geht der Trend zu kleineren Einheiten und zu einer höheren Standardisierung der Prozesse. So können Effizienzsteigerungen in der Nutzung der einzelnen Verkehrsträger erreicht werden (höhere Auslastung, weniger stehende Fahrzeuge). Im Idealfall sind die Fahrzeuge 24/7 abzüglich Laden und Wartung im Einsatz. Hinsichtlich der Reisegeschwindigkeit prognostizieren die Experten eine Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit, im Gegenzug jedoch eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit, was in der Summe zu einer Verkürzung der Gesamtreisezeit führt. Bei der Bahn werden Strecken- und Netzausbau zu höheren Geschwindigkeiten und somit einer Ausdehnung des Aktionsradius führen.

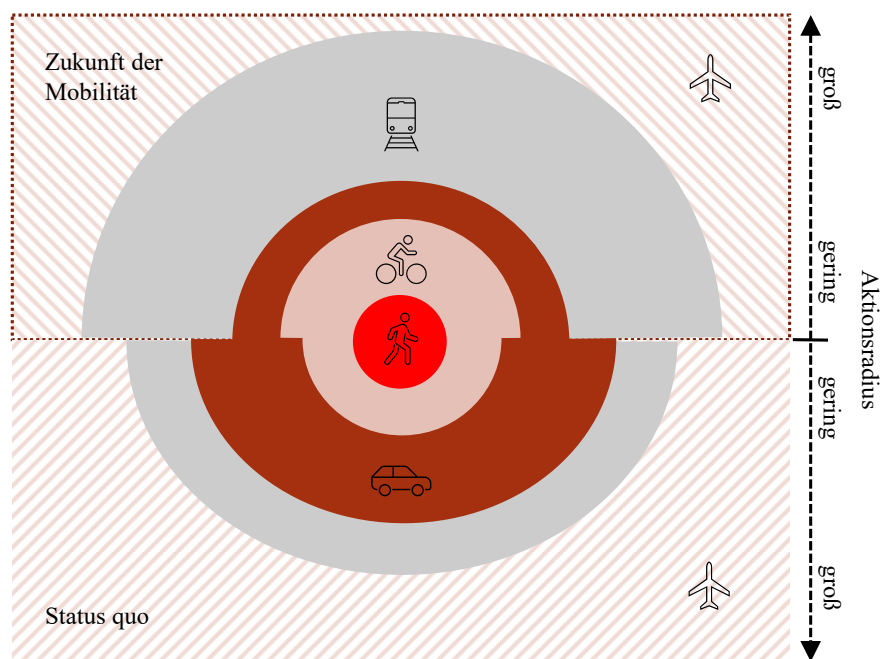


Abbildung 3: Aktionsradius der verschiedenen Verkehrsträger

Es ist jedoch davon auszugehen, dass Teile der Bevölkerung aus Gründen der Selbstbestimmung bewusst auf autonome Mobilitätsangebote verzichten und – solange möglich und zulässig – auf den selbst gesteuerten MIV zurückgreifen werden. Zusätzlich zu den autonomen Konzepten werden private Fahrzeuge daher sowohl im Einzelbesitz oder in Kleingemeinschaften erhalten bleiben. Autonomes Fahren wird und kann nicht der Heilsbringer für alles sein.

Abschließend beurteilten die Experten das Potenzial neuer Verkehrsinfrastrukturkonzepte (z. B. Monorail, Transrapid, Seilbahn, etc.) und kamen mehrheitlich zu dem Schluss, dass es diese Konzepte zu Beginn aufgrund der hohen Initialkosten immer schwer haben werden. In der Praxis werden daher in der Regel bestehende Strukturen (z. B. Straßenbahnnetze) genutzt und ausgebaut, anstatt ggf. auf langfristig sogar bessere bzw. zukunftsreichere Konzepte umzusteigen. So zumindest die Prognose für Deutschland bzw. Europa, wo bereits sehr belastbare Strukturen existieren. In anderen Regionen, wie z. B. Asien besteht hingegen aufgrund des wirtschaftlichen Wachstums und des daraus folgenden gesellschaftlichen Aufschwungs ein höherer Druck und somit eine höhere Offenheit für alternative Formen der Mobilität.

2.3 Vorteile/Nutzen

Die Nutzung bzw. die Bereitstellung von Mobilitätsangeboten wird nach Einschätzung der Experten aufgrund der optimierten Betriebs- und Wartungsprozesse je gefahrenem Kilometer günstiger werden. Zudem können smarte Verkehrssteuersysteme in den Ballungsräumen den Verkehrsfluss koordinieren und regeln, wodurch weniger Stau entsteht und Fahrzeiten verlässlicher werden. Ebenso kann eine smarte Steuerung der Fahrzeuge auf der Basis von Car2Car bzw. Car2x-Kommunikation dazu beitragen, die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen und Unfälle zu minimieren („Faktor Mensch“ entfällt). Im Hinblick auf die Energieversorgung kann eine überwiegend autonome Verkehrslandschaft einen Beitrag zur Optimierung eines intelligenten Stromnetzes (smart grid) leisten und beispielsweise durch intelligente Ladezyklen Überkapazitäten abbauen oder Netzschwankungen ausgleichen.

Neben den technisch bedingten Vorteilen bestehen darüber hinaus weitere gesellschaftliche und alltagspraktische Vorteile. So ermöglichen autonome Robo-Taxis eine Mobilität für Personengruppen (z. B. Senioren oder Menschen ohne Führerschein), die sonst nur bedingt oder teilweise gar nicht mehr am Straßenverkehr teilnehmen können. Die selbstfahrenden Zellen bieten zudem eine weitestgehend stressfreie Mobilitätsvariante, da der aktive Beitrag der Insassen zur Fahrzeugsteuerung entfällt (Pilot wird zum Passagier). Die dadurch „gewonnene“ Zeit erzeugt eine Dual Use Komponente, die bisher dem Zug oder dem Flugzeug vorbehalten war. Mobilität im Straßenverkehr wird somit nicht mehr als „zeitfressendes“ Hindernis wahrgenommen, sondern als verfügbare Zeit, die für private oder berufliche Zwecke genutzt wer-

den kann. Auf dem Weg zur Arbeit kann so beispielsweise bereits – über das Telefonat via Freisprecheinrichtung oder Headset hinaus – gearbeitet werden. Hieraus ergeben sich neue Use Cases und Geschäftsmodelle, die ein enormes ökonomisches Potenzial bergen. Im Bereich der Logistik erwarten die Experten neue Konzepte für die „Letzte Meile“, die sowohl aus autonomen Zustellfahrzeugen aber auch aus einer optimierten Nutzung von Shuttlediensten (Effizienzsteigerung bei Auslastung und Leerfahrten) bestehen können.

2.4 Anforderungen

Die Anforderungen an die technischen Fähigkeiten der Zellen bzw. Fahrgefäße werden zunehmen. Dies betrifft nicht nur Assistenzsysteme und Sensorik, sondern auch eine grundsätzliche technische Aufrüstung der gesamten Einheit bzw. des gesamten Systems. Eine Anbindung an das 5G-Netz wird neben der Kommunikation zwischen den Zellen (Car2Car) im Rahmen einer Echtzeitsteuerung ebenso bedeutend sein, wie die Versorgung der internetbasierten Services in den Zellen selbst. Neben einer technischen Grundversorgung wie Lademöglichkeiten und Schnittstellen (z. B. USB, WLAN und Bluetooth) spielen Komfort und ggf. Exklusivität für die Möglichkeit von Dual Use eine wichtige Rolle. Die Anforderungen, die sich aus Anbietersicht hieraus ergeben, werden im Vergleich zu heute massiv ansteigen und zu einem Konzepttransfer aus anderen Branchen führen. Leitfragen werden sein: Wie bzw. womit verbringt der Kunde seine Zeit in der Bahn/im Flugzeug und wie ist dies auf den PKW adaptierbar?

Die Zellen werden stärker auf das Interieur (Gestaltung und Design) sowie eine deutlich längere Betriebszeitdauer (> 1 Millionen km) ausgelegt sein als heutige Fahrzeuge. Innerhalb dieser Lebensdauer wird der Innenraum in bestimmten Intervallen erneuert bzw. ausgetauscht, während der Rest der Zelle aufgrund langlebigerer Bauteile bestehen bleibt. Um weitere Synergien in der Herstellung und Wartung zu nutzen, wird die Bauweise sowie das Interieur deutlich standardisierter und homogener gestaltet sein. Im Hinblick auf die Kosten werden die derzeit im privaten Betrieb oft sehr hohen und ärgerlichen Reparaturkosten weniger relevant und für den Kunden bereits eingepreist sein. Vielmehr nehmen aus Betreibersicht die Opportunitätskosten für einen Betriebsausfall zu (ein stehendes Fahrzeug oder ein Flugzeug am Boden bringt keinen Umsatz).

Einen bedeutenden Faktor stellt zudem das Thema Sicherheit dar, das – wie im vorherigen Kapitel *Vorteil/Nutzen* bereits beschrieben – mitunter den Bereich Unfall- und Risikovermeidung beinhaltet. Bei den Insassen, aber auch den anderen Verkehrsteilnehmern (z. B. Fußgängern und Radfahrern), muss ein Vertrauen in die Technik geschaffen werden, um in der Bevölkerung eine breite Akzeptanz zu erzeugen. Darüber hinaus besteht aus Nutzersicht jedoch auch ein erhöhtes, subjektives Sicherheits-

bedürfnis, was die gemeinsame Nutzung autonomer Zellen mit anderen (unbekannten) Fahrgästen angeht. Das Thema Videoüberwachung wird hier im Hinblick auf den Datenschutz einer rechtlichen Klärung bedürfen. Letztlich ist zum Bereich Sicherheit die IT-Security zu nennen, da aufgrund der Vernetzung und hochtechnisierten Verkehrsinfrastruktur ein gesteigertes Risiko für Cyberangriffe besteht.

2.5 Umsetzung & Herausforderungen

Wenn in den Städten „über Nacht“ alles auf autonom umgestellt werden könnte, dann könnte dies den Experten zufolge industriell organisiert und leicht implementiert werden. Es ist jedoch eher von einem stufenweisen Integrationsprozess auszugehen, in der autonome Fahrzeuge (kleinere Zellen oder auch Busse) im urbanen Bereich ihre eigenen Fahrspuren/Korridore erhalten und gleichzeitig der Individualverkehr durch regulatorische Eingriffe sukzessive abnimmt und schlussendlich abgelöst wird. In dieser Übergangsphase besteht die große Herausforderung in der Co-Existenz zweier unterschiedlicher Systeme. Die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen mit „alter“ und „neuer“ Technik und die Einbindung beider Systeme in die bestehende bzw. neu zu schaffende Verkehrsinfrastruktur und Signaltechnik (z. B. Schilder und Ampeln) sind hier nur zwei spannende Problemstellungen.

In suburbanen und ruralen Siedlungen wird der Individualverkehr nach mehrheitlicher Meinung länger bestehen bleiben und mit der Zeit um autonome Mobilitätsangebote ergänzt. In ländlichen Räumen kann den Experten zufolge jedoch davon ausgegangen werden, dass nie alle Verkehrsträger Level 5 des autonomen Fahrens erreichen werden. Am leichtesten wird der autonome Verkehr auf der Autobahn zu realisieren sein, da dort aufgrund der vergleichsweise einfachen Verkehrsführung, einem gleichmäßigen Verkehrsfluss (das Tempolimit wird kommen) und der Abwesenheit anderer Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Radfahrer, etc.) die Komplexität deutlich geringer ist. Schienenfahrzeuge sind in dieser Hinsicht technisch bereits deutlich weiter entwickelt (z. B. fahrerlose Métro in Paris) und werden in Zukunft fahrgesteuerte Züge ablösen.

Weitere Herausforderungen bestehen im Bereich des Flottenaufbaus und -managements im Hinblick auf die technische Umsetzung, die Finanzierung sowie das Know-how, solche Flotten zu betreiben. Sharing-Anbieter oder Vermieter haben hier bereits einen Erfahrungs- und Wissensvorsprung, den sie bei der Überführung in neue Geschäftsmodelle einfließen lassen können. Im Rahmen des Betriebs kommt dem dynamischen Preismanagement (dynamic pricing), wie es beispielsweise bereits in Geschäftszweigen wie der Hotellerie, bei Reiseveranstaltern oder Fluganbietern gängige Praxis ist, eine besondere Bedeutung zu, um Preise an bestimmte Tageszeiten, Wochen- oder Feiertage und Ferienzeiträume anzupassen. In diesem Zusammenhang stellt die Bereitstellung entsprechender Software eine weitere Herausforderung dar.

Abschließend wurden seitens der Experten infrastrukturelle Aspekte bzgl. der Stadtplanung, und hier insbesondere der Straßenraumgestaltung (Fahrbahn, Gehwege, Parkflächen, Ladezonen, etc.) genannt. Die meisten Beispiele bezogen sich auf den abnehmenden Bedarf an Parkplätzen und die im Gegenzug steigende Relevanz von lokaler Kraftstromversorgung. Diese und weitere Punkte werden die Städte verändern und bereits jetzt in Fachkreisen hinsichtlich der Finanzierung diskutiert.

2.6 Regulatorik

Seitens der Hersteller sehen die Experten große Herausforderungen bei der Entwicklung und Etablierung von Industriestandards. Diese werden – ggf. mit staatlichen und kundenseitigen Anforderungen – im Rahmen der Selbstregulierung erarbeitet und festgelegt. Neben diesen technischen Fragestellungen wird zudem eine umfangreiche Regulatorik (Nachjustierung) im Bereich des Straßenverkehrs notwendig sein. Einen einheitlichen Rechtsrahmen für das Straßenverkehrs- und Zulassungsrecht schafft das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (WÜ)¹. Während automatisiertes Fahren bereits von dieser Regelung erfasst wird, ist eine Grundlage für vollautomatisierte und autonome Fahrsysteme im WÜ jedoch noch nicht enthalten. Aus diesem Grund fehlen auch für die nationalen Verkehrsregeln und Zulassungsvorschriften die Möglichkeit, solche Fahrsysteme in die Gesetzgebung aufzunehmen. Aufgrund des hohen Abstimmungs- und Verwaltungsaufwands wird den Experten zufolge bis zum allgemein verfügbaren Level-5-Angebot noch mindestens zehn Jahre technologischer und regulatorischer Fortschritt erforderlich sein. China und die USA hingegen gehören derzeit nicht zu den Teilnehmerstaaten des WÜ und können daher eigenständig (und somit schneller) über die Zulassung autonomer Lenkanlagen² entscheiden.

Weitere regulatorische Eingriffe sind im Bereich der Dienstleistungskonzessionen zu erwarten. Die Experten sehen einerseits ökonomische Sicherheiten und Planbarkeit für die Anbieter sowie andererseits deren vertragliche Verpflichtungen. Aufgrund des hohen Investments in den Flottenbetrieb und die Infrastruktur werden dem Betreiber temporär und geographisch monopolistische oder oligopolistische Strukturen zugesichert, die einen rentablen Betrieb ermöglichen (vgl. Linienausschreibung bei der

¹ Das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (WÜ) vom 8. November 1968 ist ein völkerrechtlicher Vertrag, der seine aktuell 84 Vertragsparteien verpflichtet, einheitliche Zulassungs- und Verkehrsregeln zu erlassen, und der damit Rahmenbedingungen für die Gestaltung des nationalen Verkehrsrechts schafft. Ziel ist es, den internationalen Straßenverkehr zu harmonisieren und die Sicherheit auf den Straßen durch die Annahme einheitlicher Verkehrsregeln zu erhöhen.

² „autonome Lenkanlage“: eine Anlage mit einer Funktion in einem komplexen elektronischen Steuersystem, die bewirkt, dass das Fahrzeug einer festgelegten Fahrspur folgt oder seine Fahrspur aufgrund von Signalen ändert, die außerhalb des Fahrzeugs ausgelöst und von dort übertragen werden. Der Fahrzeugführer hat dabei nicht unbedingt die Hauptverantwortung für das Führen des Fahrzeugs.

Bahn). Im Gegenzug verpflichtet sich der Anbieter, auch weniger lukrative Strecken/Linien zu bedienen. Auf diese Weise wird ein „Wildwuchs“ an Dienstleistern verhindert und gleichzeitig die Versorgung der Bevölkerung gewährleistet.

Bei den einzelnen Verkehrsträgern bestehen laut Experten diverse regulatorische Optionen. Im Bereich der Luftfahrt könnte eine CO₂-Steuer die Attraktivität der Kurzstrecke senken und somit die Verlagerung zur Bahn beschleunigen. Diese wiederum profitiert seit dem 1. Januar 2020 vom ermäßigten Umsatzsteuersatz von 7% und wird vom Bund durch umfangreiche Infrastrukturprojekte gefördert. Im urbanen Räumen scheint die City-Maut, wie sie in vielen europäischen Großstädten schon lange üblich ist, ein probates Mittel zur Steigerung der Lebensqualität (Verbesserung der Luftqualität) und Verbesserung des Verkehrsflusses zu sein, mit dem auch in Deutschland zu rechnen sein wird. In diesem Zusammenhang wird einerseits die Erhöhung der Parkplatzgebühren, andererseits aber auch eine Ausweitung von Park & Ride Angeboten erwartet.

2.7 Zwischenfazit

Die Experten beschreiben das autonome Verkehrsszenario durchweg als Game Changer in der Mobilität. Allerdings ist der Weg dorthin mit einigen Unsicherheiten behaftet, die neben der konkreten technischen Beschaffenheit (z. B. Industriestandards) auch die Umsetzungsdauer betreffen. Es wird von 20 bis 40 Jahren ausgegangen, die es benötigt, um eine flächendeckende Versorgung bis zur letzten Meile sicherzustellen. Aufgrund des immensen Aufwands, den dieser Systemwechsel mit sich bringt, reicht die Prognose der Experten bzgl. dessen Umsetzung von zurückhaltend über vorsichtig optimistisch bis grundlegend überzeugt. Wie im Kapitel *Entwicklung* beschrieben, wird sich die Transformation der Mobilität zunächst moderat vollziehen und im zunehmenden Verlauf immer mehr Dynamik aufnehmen.

Ein großer Konsens besteht darin, dass die Mobilität der Zukunft differenzierter, diverser, effizienter und individueller an die Bedürfnisse der Kunden ausgerichtet sein wird. Weiterhin wird sich das Mobilitätsverhalten hinsichtlich positiver Nachhaltigkeit verändern. Die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit kann jedoch erst dann beurteilt werden, wenn die Technologie eingeführt ist. Deshalb ist eine Prognose diesbezüglich zum jetzigen Zeitpunkt nur schwer zu treffen.

Bedürfnisse	Mobilität muss effizient, einfach, individuell, komfortabel, sicher und spontan sein.	Mobilität muss eine Zweitverwendung der Transitzeit ermöglichen (Dual Use).	Mobilität muss den Anspruch an eine gesamtökologische Verträglichkeit erfüllen.
Entwicklung	Wandel in der Eigentumsstruktur führt zu einer Vermischung von MIV und ÖPNV.	Im neuen Mix der Verkehrsträger wird es zu einer Verschiebung der Aktionsradien kommen.	Es wird eher auf bestehende Infrastruktur und Verkehrskonzepte gesetzt, als gänzlich neue Lösungen einzuführen.
Vorteil/Nutzen	Optimierung des Betriebs führt zu geringeren Kosten je gefahrenem km.	Höhere Sicherheit und alternative Nutzung der Transitzeit (Dual Use).	Potenzial für neue Logistikkonzepte, insb. auf der „letzten Meile“.
Anforderungen	Höhere Anforderungen an technische und sensorische Ausstattung (Konnektivität).	Langlebigkeit und Austauschbarkeit einzelner Bauteile und Interieurelemente.	Sicherheit im Bereich der Unfall- und Risiko-vermeidung sowie der IT-Security.
Umsetzung & Herausforderungen	Stark abhängig von jeweiliger Siedlungs-geographie; Co-Existenz unterschiedlicher Systeme.	Flottenaufbau und -management hinsichtlich Finanzierung, Know-how, Software, Technik.	Infrastruktur, Stadtplanung, Straßenraumgestaltung und Energieversorgung.
Regulatorik	Entwicklung und Etablierung von Industriestandards.	Einheitlicher (europ.) Rechtsrahmen für das Straßenverkehrs- und Zulassungsrecht.	Konzessionen und Steuern als Motivation für Wirtschaft und Gesellschaft.
Fazit	Autonomes Fahren hat das Potenzial zum Game Changer, kann aber nicht das alleinige Heilmittel sein.	Die Dauer und der genaue Ablauf des Systemwechsels sind noch unklar.	Es werden sich nur ökologisch nachhaltige Lösungen durchsetzen.

Tabelle 1: Autonomes Mobilitätsszenario im urbanen Bereich

Die Aussagen der Experten, die konkreten Bezug zu einzelnen Verkehrsträgern und Siedlungsgeographien nahmen, wurden separat ausgewertet. Im folgenden Abschnitt sind die Rückmeldungen zu den Verkehrsträgern im urbanen, suburbanen und ruralen Raum sowie und auf den Hauptverkehrslinien (magistral) dargelegt.

3 Urbanes Mobilitätsszenario

Der urbane Raum wird den Experten zufolge die erste Siedlungsgeographie sein, in der autonome Mobilitätsdienstleistungen getestet und ausgerollt werden. Durch neue Konzepte und Innovationen, insbesondere beim Megatrend *Sharing* und *Pooling*, wird sich die Art und Weise der Fortbewegung und somit das Stadtbild spürbar verändern. Die bestehenden Konzepte aus MIV, ÖPNV, Mikromobilität und in Teilen sogar der Logistik werden zusehends verschwimmen und sich für den Endkunden im Gegenzug wie individuelle Lösungen anfühlen. Dabei verlagert sich der Nutzen der Kunden verstärkt zum Dual Use der Fahrzeit.

Der PKW-fixierte MIV wird in den Städten aufgrund der Flächenknappheit und umweltpolitischen Überlegungen zunehmend unter Druck geraten, aber vorerst das führende Verkehrsmittel bleiben. Noch ist offen, inwieweit und vor allem wie schnell autonom fahrende Shuttle und intermodale ÖPNV-Angebote den privaten PKW zurückdrängen werden. Mit der Zeit wird jedoch der politische, gesellschaftliche und ökologische Druck zu regulatorischen Eingriffen führen. Kommerzielle Shuttle-Anbieter werden diese Chance nutzen und mit ihren Konzepten zielgerichtet in den Wettbewerb einsteigen.

Der ÖPNV wird ebenfalls eine bedeutende Rolle einnehmen und nach dem vorübergehenden Akzeptanzverlust durch Corona wieder an Bedeutung gewinnen. Es bleibt jedoch noch ungewiss, ob die öffentlichen Verkehrsbetriebe selbst als Betreiber auftreten oder ihre staatliche Aufgabe der Daseinsvorsorge unter strengen Auflagen an private Anbieter vergeben. In beiden Fällen ist mit einer Verbesserung der aktuell bestehenden Kernprobleme, der Grundflexibilität sowie der Verfügbarkeit zu rechnen. Die Fahrpläne und Liniennetze werden sich zu flexiblen On Demand-Lösungen verändern und dadurch zunehmend als individuelle Lösung wahrgenommen.

Abgesehen von staatlichen Garantien und Sicherheiten bzgl. der Grundversorgung steht der ÖPNV allerdings vor großen Herausforderungen. Einerseits besteht kostenseitig ein Handlungsdruck zur Umstellung auf autonome Einheiten (Reduktion der Personalkosten), andererseits verfügen die (öffentlichen) Verkehrsbetriebe über vergleichsweise weniger finanzielle Mittel und Know-how bei den Themen Software und Daten als die OEM bzw. Vermieter. Dagegen können sie mit großen Betriebshöfen, Wartungskapazitäten und Know-how im industriellen Betriebspunkten. Gelingen sowohl die Finanzierung als auch der Wissenstransfer, kann der ÖPNV den skizzierten Wandel vollziehen und in Zukunft attraktive und konkurrenzfähige bzw. verbesserte Mobilitätsdienstleistungen anbieten.

	PKW	Zug/Bahn (ÖPNV)	Flug- zeug/Drohne	Rad/Roller
Wandel	<ul style="list-style-type: none"> •weniger MIV/Besitz •Eigentum wird uninteressant •mehr Verkehr bei weniger Fahrzeugen 	<ul style="list-style-type: none"> •Busse und Bahnen fahren weitgehend autonom •wenig Veränderung, da bereits Passagier 	<ul style="list-style-type: none"> •Drohnen in 50 Jahren vorstellbar •Innerdeutscher Flugverkehr verlagert sich auf die Schiene 	<ul style="list-style-type: none"> •Fahrradmobilität wird sich weiterentwickeln
Betrieb/Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> •mehr Gemeinschaftsoptionen (Sharing) •kleinere Zellen mit höherer Auslastung •weniger Standzeit = weniger Parkplätze •abgestimmt/inter-modular wird üblich 	<ul style="list-style-type: none"> •kleinere Einheiten, höhere Taktdichte = bessere Verlässlichkeit •mehr Haltestellen bzw. Haltezonen (on demand) 	<ul style="list-style-type: none"> •kleine Einheiten für 1-2 Personen •nicht massenkompatibel •kein tragendes Konzept 	<ul style="list-style-type: none"> •überdachte E-Bikes für längere Pendelstrecken
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> •smarte Mobilität, vernetzte Plattform •koordinierter Verkehr, weniger Staus/Unfälle 	<ul style="list-style-type: none"> •„intelligentes“, bedarfsorientiertes Liniennetz 	<ul style="list-style-type: none"> •kostspieliger Infrastrukturaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> •Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur muss bereitgestellt werden
Limitationen	<ul style="list-style-type: none"> •Regulatorik wird MIV verdrängen •Verkehr wird ruhiger, langsamer •Komplexität des Systems wird erhöht 	<ul style="list-style-type: none"> •Finanzierung und Regulatorik bremsen Umstellung aus 	<ul style="list-style-type: none"> •zu viele technische und regulatorische Limitationen 	<ul style="list-style-type: none"> •ggf. Überarbeitung des Straßenverkehrsgesetzes

Tabelle 2: Autonomes Mobilitätsszenario im urbanen Bereich

Das Passagieraufkommen aus dem innerdeutschen Luftverkehr wird sich nach mehrheitlicher Meinung der Experten aufgrund des ausgebauten Fernverkehrs der Bahn (Deutschlandtakt) zusehends auf die Schiene verlagern. Der Einsatz von Passagierdrohnen als Flugtaxi wird dagegen kontrovers prognostiziert. Während einige Experten die innerstädtische Nutzung für z. B. Transitflüge aus der Stadt zum Flughafen für realistisch einschätzen, sehen andere Experten die Mobilität mit Flugtaxis vor dem Hintergrund der noch ungeklärten Fragen zu Kosten, Infrastruktur, Regulatorik und Sicherheit eher skeptisch. In jedem Fall würden sich Angebote von Flugtaxis im Premiumsegment bewegen. Abgesehen von der Personenbeförderung sind jedoch Einsatzfelder in der Notfallrettung denkbar.

Im Bereich der Mikromobilität werden sich vermehrt Angebote etablieren, die stärker in intermodale Lösungen eingebunden werden. Ob E-Bike, Roller oder Pedelec, die Reichweiten dieser Verkehrsträger werden steigen und im Zuge der zunehmenden Professionalisierung spezifische/gezielte Anforderungen an den Städtebau und die Infrastruktur stellen. Im Hinblick auf die Last-Mile-Logistik werden Lastenräder bzw. Cargobikes eine gewichtige Rolle bei neuen, innovativen Zustellkonzepten einnehmen. Erste Modellversuche und Forschungsprojekte befinden sich hierzu bereits in der Testphase.

4 Suburbanes Mobilitätsszenario

Im suburbanen Raum werden laut Expertenmeinung zeitversetzt und über einen längeren Zeitraum hinweg ähnliche Entwicklungen stattfinden, wie in urbanen Umgebungen. Die autonomen Mobilitätsangebote der öffentlichen oder privaten Anbieter werden sukzessive auf die Vorstädte ausgerollt, wodurch auch dort intermodale, vernetzte Konzepte zu einer verbesserten Versorgung führen. Je nach regulatorischer Ausgestaltung bedienen entweder der ÖPNV oder durch ihn bestellte Privatunternehmen die Ein- und Ausfallstraßen und sorgen durch lokale Mikromobilität für eine entsprechende Anbindung und Auslastung. Pedelecs werden zukünftig an Bedeutung gewinnen und im Zuge des Ausbaus von Radschnellwegen zu einer Option für größere Distanzen. Vereinzelt wurden auch Flugtaxis als Transitoption zwischen suburbanen Sammelpunkten und dem Stadtzentrum genannt.

Aus Sicht der Experten besteht je nach örtlichen Gegebenheiten die Notwendigkeit, die Mobilitätsangebote an die Bedürfnisse anzupassen, ggf. sogar durch Reaktivierung stillgelegter Bahnverbindungen. Im Gegensatz zur Stadt besteht nämlich in der Vorstadt nicht unbedingt der zwingende Druck zum Umstieg auf alternative Mobilitätslösungen, da private Fahrzeuge mehrheitlich vorhanden sind. Nur eine Steigerung der Attraktivität im Hinblick auf Flexibilität, Verfügbarkeit, Geschwindigkeit und Kostenvorteile gegenüber einem privaten PKW kann für eine höhere Nachfrage und Akzeptanz sorgen.

5 Rurales Mobilitätsszenario

Im ruralen Raum wird der Wandel zu autonomer Mobilität, obwohl er aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens leicht umsetzbar wäre, noch langsamer vonstattengehen, da dort kein „Big Business“ zu erwarten ist. Neben einer unwirtschaftlichen Bevölkerungsdichte und folglich einer geringeren Auslastung wird auch der bis dato schleppende und kostenintensive Infrastrukturausbau (Mobilfunk, Leitsysteme, etc.) das Engagement privater Anbieter auf dem Land bremsen. Vor ähnlichen Barrieren wird auch der ÖPNV stehen. Es ist daher davon auszugehen, dass die rurale Siedlungsgeographie deutlich länger vom Privatverkehr geprägt sein wird und sich dann, je nach lokalen Gegebenheiten und Nachfrage, voraussichtlich auch nur Mischmodelle etablieren werden. Diese sehen dann eine noch höhere Clusterung auf Mobilitäts-Hubs vor, die an suburbane und urbane Räume angeschlossen sind. Aufgrund der Unwirtschaftlichkeit dieser Mobilitätsangebote liegt die Versorgung entweder in der öffentlichen Hand oder muss durch Konzessionen bzw. Subventionen gefördert werden.

6 Magistrales Mobilitätsszenario

Im Bereich der magistralen Mobilität ermöglichen autonome Robo-Taxis aufgrund gesteigerter Dual-Use Optionen eine attraktive Transitlösung für Strecken bis zu 100 km. Während der Fahrzeit sind die Zellen für vielfältige Tätigkeiten ausgelegt und ermöglichen dem Passagier eine alternative Verwendung der Fahrzeit. Auf längeren Strecken hingegen kann die Bahn mit Schnellzügen ihren Geschwindigkeitsvorteil ausspielen. Neben einer verbesserten Konnektivität und Taktung (Deutschlandtakt) werden insbesondere erweiterte Serviceleistungen und technische Ausstattung (z. B. Displays mit Mirrorlink) von Bedeutung sein. Die Experten sehen daher auf der Langstrecke hinsichtlich Preis, Leistung und Ökologie mehrheitlich die Bahn als Verkehrsmittel erster Wahl. Um den zukünftigen Anforderungen für Dual Use auf längeren Strecken jedoch gerecht zu werden, bedarf es einer grundlegenden Überarbeitung des Raumkonzepts hinsichtlich individuell nutzbarer Plätze und mehr Privatsphäre. Zudem wird auch in die Sicherheit und Sauberkeit der Bahnhöfe investiert werden müssen. Im Flugverkehr wird indes eher ein Relevanzverlust erwartet. Bei Inlandsflügen und Flügen innerhalb der EU mit weniger als 600 km Distanz wird sich dies in einer Verschiebung zugunsten der Bahn ausdrücken. Bisher lukrative Business-Strecken werden wegbrechen, da durch Corona die virtuelle Kommunikation in den Unternehmen Einzug gehalten hat und Geschäftsreisen dadurch zukünftig weitestgehend obsolet werden. Flugreisen werden noch mehr dem Premiumsegment zugeordnet und aufgrund der geringeren Kurzstreckennachfrage durch kleinere Flugzeuge bedient. Dies wird zu Schließungen von Regionalflughäfen und einer weiteren Konsolidierung der Fluglinien führen. Einige Experten sagen sogar ein gänzlich Verbot der Inlandsflüge voraus.

7 Fazit

Der Weg zum „autonomen-Fahren-Szenario“ lässt sich, unabhängig von zeitlichen Meilensteinen und zurückhaltenden Meinungsbildern, wie folgt zusammenfassen: Sobald die technischen, rechtlichen und infrastrukturellen Anforderungen erfüllt sind und die empfundene Annehmlichkeit, Bequemlichkeit und Zweckmäßigkeit der autonomen Mobilitätsangebote eine ökonomisch vertretbare Alternative für den Nutzer darstellt und das eigene Auto mehr als „Ballast“ wahrgenommen wird, kann der Kippunkt in der Mobilitätswende erreicht werden. Der Use Case wird sich in der Folge voraussichtlich stufenweise im Wechselspiel zwischen technischen Zwischenlösungen (der Hersteller) und Gewöhnungseffekten (der Nutzer) entwickeln.

Ein weiterer Entwicklungstreiber wird dabei im ökologisch-nachhaltigen Wandel des gesellschaftlichen Mindsets liegen. Es werden sich nur diejenigen Verkehrsträger durchsetzen, die den Wettlauf um die ökologischsten Gesamtkonzepte gewinnen. Allerdings spielt bei all diesen Überlegungen die Siedlungsgeographie eine wesentliche Rolle: Im urbanen Raum wird sich die Mobilität grundlegend verändern und neben technischen Innovationen auch neue Bereitstellungskonzepte mit sich bringen. Im suburbanen Raum werden sich im Spannungsfeld zwischen ruralen Herausforderungen und urbanen Lösungen stark intermodular geprägte Mobilitätskonzepte etablieren und somit die Attraktivität und Lebensqualität positiv beeinflussen. Im ruralen Raum sind nur sehr verhaltene und verzögerte Entwicklungen zu erwarten, während im magistralen Bereich umfangreiche Anstrengungen unternommen werden, die Bahn auf nationalen Langstrecken und europäischen Verbindungen im Vergleich zum Flugzeug konkurrenzfähig zu machen.

Pay-as-you-go oder Abonnement? – Forschungsstand und Praxisbeispiele zu Erlösmodellen von Mobility as a Service-Angeboten

Florian Hager, David Karl

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg; frhager@web.de, david.karl@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	34
2	Begriffliche Grundlagen.....	36
3	Systematische Literaturanalyse zu MaaS-Erlösmodellen.....	44
4	Fallstudienanalyse bestehender MaaS-Projekte.....	55
5	Zusammenfassung.....	61
6	Literaturverzeichnis.....	63

Abstract:

Pilotprojekte zeigen, dass die Gestaltung des Erlösmodells den Erfolg eines Mobility as a Service (MaaS)-Angebots beeinflusst. Dieser Beitrag untersucht das Design möglicher Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen von MaaS-Angeboten. Nach einer systematischen Literaturanalyse zum Forschungsstand vergleicht eine Fallstudienanalyse die Erlösmodelle aktueller MaaS-Angebote unter Berücksichtigung der jeweiligen Kontexte. Sowohl die Erschließung der Erlösquellen als auch die Entscheidung zwischen den Erlösformen Pay-as-you-go und einem Mobilitätspaket als Abonnement wird von der Art des MaaS-Providers beeinflusst. Vorgefertigte Mobilitätspakete bilden nicht immer die optimale Abonnementgestaltung ab. Dieser Beitrag bietet einen Überblick über unterschiedliche Ausgestaltungsoptionen eines MaaS-Erlösmodells und ist nach Kenntnis der Autoren das erste Review in dieser umfassenden Art. Weiterhin lassen sich Empfehlungen ableiten, unter welchen Bedingungen welche Erlösmodell-Gestaltung eingesetzt werden kann, sodass diese Arbeit auch als Orientierung für MaaS-Betreiber in der Praxis dient.

JEL Classification: O18, R4

Keywords: Mobility as a service, MaaS, revenue model, PAYG, abonnement.

1 Einleitung

Traditionell war es notwendig, für unterschiedliche öffentliche Verkehrsmittel unterschiedliche Tickets zu kaufen. In den vergangenen Jahren ermöglichten Verkehrsunternehmen es jedoch immer mehr, mit einem einzigen Ticket sämtliche öffentliche Mobilitätsdienste einer Stadt oder Region zu nutzen (Li und Voegelé, 2017, S. 95). So benötigen beispielsweise im Verkehrsverbund Großraum Nürnberg (VGN) Fahrgäste für die gesamte Metropolregion mit 131 Verkehrsunternehmen nur noch eine Fahrkarte und können sich über die zentrale VGN-App über alle Abfahrtszeiten und -orte sowie Preise und Ticketoptionen (z. B. Einzel- oder Monatskarte) in Echtzeit informieren (VGN, 2020a; VGN, 2020b). Die Initiative Mobility Inside möchte ab 2021 den gesamten öffentlichen Verkehr Deutschlands auf einer intermodalen Plattform vereinen, um sowohl den Kundennutzen als auch die Profitabilität für die Anbieter zu erhöhen (Mobility Inside, 2020).

Neben dem öffentlichen Sektor entwickelte sich in den letzten Jahren v. a. in urbanen Gebieten ein neues Spektrum an privaten Sharing-Diensten (CarSharing, BikeSharing, E-ScooterSharing etc.), um eine größere Flexibilität und Zugang zu vom öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) nicht ausreichend erschlossenen Gegenden zu bieten (Alonso-Gonzalez et al., 2020, S. 2; Li und Voegelé, 2017, S. 95). Insbesondere die CarSharing-Branche erfuhr in Deutschland ein enormes Wachstum (Bundesverband CarSharing, 2020). In Kombination mit dem traditionellen ÖPNV bieten neue Mobilitätsdienste die Chance, private Fahrzeuge überflüssig zu machen. Viele Personen werden jedoch von der Komplexität abgeschreckt, die die Nutzung der Mobilitätsdienste unterschiedlicher Anbieter mit sich bringt. Einzelne Dienstleister benötigen unterschiedliche Smartphone-Apps, es existieren unterschiedliche Zahlungsmethoden und Abonnements, und auch die Integration von Informationen über die verschiedenen Dienstleister hinweg ist eher dürftig (Kamargianni et al., 2016, S. 3295).

Mit dem Ziel, die verschiedenen Mobilitätsanbieter miteinander zu verbinden und eine nahtlose Tür-zu-Tür-Mobilität zu ermöglichen, entwickelt sich seit einigen Jahren ein neuartiges Mobilitätskonzept, das mit dem Begriff *Mobility as a Service* (MaaS) umschrieben wird (Kamargianni et al., 2016, S. 3295). MaaS beschreibt ein kundenorientiertes, intelligentes Mobilitätsverteilungsmodell, in dem alle verfügbaren öffentlichen sowie privaten Transportdienste von einem einzigen Mobilitätsanbieter (MaaS-Anbieter) in einem Mobilitätsservice aggregiert und dem Kunden über eine integrierte digitale Plattform angeboten werden (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 4; MaaS Alliance, 2020; Eckhardt et al., 2017, S. 1). MaaS möchte somit die Lücke zwischen öffentlichen und privaten Mobilitätsanbietern schließen, wodurch die Nutzung der verschiedenen Transportmöglichkeiten weniger kompliziert wird und infolgedessen die Vorteile, die die verschiedenen Mobilitätsoptionen mit sich bringen, durch die Integration weiter ausgebaut werden (Alonso-Gonzalez et al., 2020, S. 2;

Kamargianni und Matyas, 2017, S. 3). Die Vision des Konzeptes ist es, eine ernsthafte Alternative zum privaten Autobesitz darzustellen, die vergleichbar bequem, ökologischer, vielleicht sogar ökonomisch vorteilhaft ist und dabei hilft, Verkehrsstaus und Emissionen zu reduzieren, da bspw. Autos im Rahmen von CarSharing effizienter und mit höherer Auslastung genutzt werden können (Hensher, 2017, S. 3; MaaS Alliance, 2020; Eckhardt et al., 2017, S. 2; Hietanen und Sahala, 2014, S. 33).

Entscheidend für den Erfolg eines MaaS-Angebots ist das Design, mit dem es am Markt angeboten wird (Hensher und Wong, 2020, S. 3). Dies betrifft sowohl die Frage, wie die Erlösquellen eines MaaS-Angebots erschlossen und welche Mobilitätsdienstleister in das Angebot integriert werden, als auch die Entscheidung, in welcher Form MaaS-Tickets am Markt verkauft werden (Hensher und Wong, 2020, S. 3; Polydoropoulou et al., 2020, S. 159f.). Frühere Studien zu diesem Themengebiet ergeben, dass bisherige MaaS-Angebote den Kunden zwei Tarifoptionen zur Verfügung stellen, um den Mobilitätsservice in Anspruch zu nehmen. Dies ist zum einen eine Pay-as-you-go (PAYG)-Option und zum anderen ein Abonnement für einen festgelegten Zeitraum (Jittapirom et al., 2017, S. 16). Idealerweise ist es für die Nutzer möglich, die bevorzugte Option auszuwählen (Kamargianni et al., 2016, S. 3295). Dies ist jedoch bisher selten der Fall und der MaaS-Anbieter entscheidet sich situationsabhängig für eine der beiden Tarifoptionen.

Einige Untersuchungen beschäftigten sich mit der präferierten Zahlungsform potenzieller Nutzer eines MaaS-Angebots (Hensher und Wong, 2020, S. 11f.; Ho et al., 2018, S. 314; Ho et al., 2020, S. 76; Stopka et al., 2018, S. 432). Demgegenüber möchte sich dieser Beitrag intensiver mit der Anbieterseite, also dem MaaS-Anbieter und den integrierten Mobilitätsanbietern eines MaaS-Angebots auseinandersetzen, da gerade bei den integrierten Stakeholdern noch Forschungsbedarf bzgl. der möglichen Erlösformen besteht und weiterhin die Bündelung mehrerer Mobilitätsdienste zu einem Abonnement im Personentransportsektor bisher eher eine Ausnahme darstellt (Sochor et al., 2017, S. 190; Esztergar-Kiss und Kerényi, 2020). Das Ziel besteht darin, das Design, d. h. die möglichen Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen eines MaaS-Produkts zu untersuchen. Im Zuge dessen liefert der nachstehende Beitrag Antworten auf die folgende Forschungsfragen:

- Wie ist der aktuelle Stand der Forschung hinsichtlich der Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen von Mobility as a Service-Angeboten?
- Welche Erlösmodelle werden von MaaS-Anbietern in der Praxis momentan eingesetzt?

Abschnitt 2 dieses Beitrags erläutert zunächst begriffliche Grundlagen bezüglich des Konzepts Mobility as a Service und der Bestandteile eines Erlösmodells. Anschließend untersucht Abschnitt 3 anhand einer systematischen Literaturanalyse die Erlösmodelle von MaaS-Angeboten, um den aktuellen Stand der Forschung darzustellen.

Eine Fallstudienanalyse bestehender MaaS-Angebote ergänzt in Abschnitt 4 die Literaturanalyse, um die in der Praxis eingesetzten Erlösmodelle zu vergleichen und verschiedene Situationen und Bedingungskontexte aufzuzeigen. Der Beitrag schließt in Kapitel 5 mit einem Fazit.

2 Begriffliche Grundlagen

Kapitel 2 erläutert zunächst die Grundlagen bezüglich des Konzepts MaaS und der allgemeinen Bestandteile eines Erlösmodells.

2.1 Mobility as a Service (MaaS)

Obwohl MaaS als junges und sich entwickelndes Konzept immer ausführlicher debattiert wird, hat sich noch keine allgemeingültige Definition durchgesetzt (United Nations, 2020, S. 9). Die erste umfassende Definition lieferte Hietanen im Jahr 2014, als er MaaS als ein Mobilitätsverteilungsmodell beschrieb, das die Transportbedürfnisse der Nutzer über eine einzige Schnittstelle eines Dienstleisters bedient, dabei unterschiedliche Verkehrsmittel kombiniert und den Verbrauchern auf ihre individuellen Bedürfnisse abgestimmte Mobilitätspakete anbietet, die mit klassischen monatlichen Handyverträgen vergleichbar sind (Hietanen, 2014). Einen weiteren verbreiteten Ansatz bietet die öffentlich-private Partnerschaft „MaaS Alliance“, die MaaS als die Integration verschiedener Formen von Transportdiensten in einen einzigen Mobilitätsservice charakterisiert, der on demand zur Verfügung steht (MaaS Alliance, 2020). König et al. (2016, S. 10) beschreiben MaaS als multimodale und nachhaltige Mobilitätsdienste, die den Transportbedürfnissen der Kunden gerecht werden, indem sowohl die Planung als auch die Zahlung der Fahrt nach einem One-Stop-Shop-Prinzip integriert werden. Nach Sakai (2019, S. 207) enthält MaaS sämtliche Verkehrsmittel bis auf das private Auto.

2.1.1 Kerneigenschaften MaaS

Die erste Eigenschaft eines MaaS-Programms ist die **Integration unterschiedlicher öffentlicher und privater Transportdienstleister**, um die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel zu fördern, den Kunden die Wahl aus den unterschiedlichen Mobilitätsdiensten zu überlassen und intermodale Fahrten zu ermöglichen bzw. zu erleichtern (Jittapirom et al., 2017, S. 16; Kamargianni et al., 2016, S. 3295). So können beispielsweise ÖPNV, Taxiunternehmen, CarSharing, BikeSharing, E-Scooter-Sharing, Autovermietungen und On-Demand-Busverbindungen in das MaaS-Angebot integriert werden. Eine weitere Charakteristik ist die **Verfügbarkeit unterschiedlicher Tarifoptionen** (Jittapirom et al., 2017, S. 16; Kamargianni et al., 2016, S. 3295): Kunden sollen basierend auf ihren persönlichen Bedürfnissen aus einer PAYG-Option und einem Mobilitätspaket als Abonnement für einen bestimmten Zeitraum wählen können. Das Mobilitätspaket bündelt verschiedene Verkehrsmittel

und die Bezahlung der Endkunden erfolgt im Voraus für eine bestimmte Anzahl an Kilometern, Minuten oder Punkten, die durch die Nutzung der unterschiedlichen Mobilitätsdienste verbraucht werden können. Eine der wichtigsten Eigenschaften eines MaaS-Angebots ist die **digitale Plattform** (Smartphone-App oder Website), auf der die Fahrgäste multimodale Informationen für alle integrierten Verkehrsmittel erhalten (Aapaoja et al., 2017, S. 5; Jittapirom et al., 2017, S. 16; König et al., 2016, S. 10; Kamargianni et al., 2016, S. 3295). Über diese Plattform ist es im Rahmen eines sog. One-Stop-Shop-Prinzips möglich, die persönliche Route der Fahrt zu planen, ein für alle integrierten Transportdienstleister gültiges MaaS-Ticket mobil über das Smartphone, Tablet oder den PC zu buchen und zu bezahlen sowie Echtzeitinformationen zu erhalten, falls bspw. auf der geplanten Route Störungen auftreten sollten. Das Hauptaugenmerk eines MaaS-Programms ist es, den Service auf die Mobilitätsbedürfnisse der Kunden und Nutzer abzustimmen (Sochor et al., 2017, S. 190; MaaS Alliance, 2020). Diese **Kunden- und Nachfrageorientierung** wird dadurch realisiert, dass das System nach erfolgter **Registrierung** des Benutzers die Einzigartigkeit jedes Kunden berücksichtigt und basierend auf den angegebenen Präferenzen (z. B. verfügbare Zeit, gewünschte Nachhaltigkeit der Route, Kosten, Notwendigkeit eines Kindersitzes etc.) und den vergangenen Fahrten spezielle Empfehlungen und **maßgeschneiderte Lösungen für jeden Kunden** zur Verfügung stellt (Aapaoja et al., 2017, S. 5; Jittapirom et al., 2017, S. 16). Um die Personalisierung weiter auszubauen, kann auch die Möglichkeit bestehen, den persönlichen Kalender oder Profile in sozialen Netzwerken mit dem MaaS-Account zu synchronisieren. Weitere Kerneigenschaften eines MaaS-Angebots sind einerseits die Notwendigkeit der **Zusammenarbeit einer Vielzahl von unterschiedlichen Akteuren** und Gruppen im MaaS-Ecosystem und andererseits das Nutzen verschiedener **moderner Technologien**, wie z. B. ein zuverlässiges mobiles Internet, GPS und elektronischer Ticketing- und Bezahlungssysteme (Jittapirom et al., 2017, S. 16).

Sochor et al. (2017, S. 192–196, vgl. Abb. 1) entwickelten eine Topologie, die vier Level der MaaS-Integration und ein Basislevel mit keinerlei Integration unterscheidet. Dabei ist ein Level nicht zwingend ‚besser‘ als ein anderes, da die Kundenbedürfnisse entscheidend sind. Die Level sind zudem nicht notwendigerweise voneinander abhängig. Dieser Beitrag stuft Programme ab Level 2 und höher als MaaS-Angebot ein, weil erst ab dieser Stufe die Möglichkeit besteht, über eine einzige digitale Plattform die persönliche Reiseroute mit unterschiedlichen öffentlichen und privaten Mobilitätsdienstleistern zu finden, zu buchen und zu bezahlen.

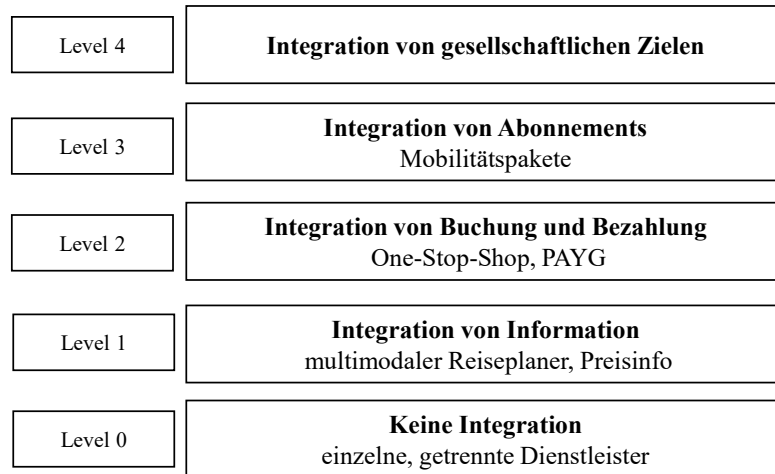


Abbildung 1: Topologie MaaS (in Anlehnung an Sochor et al., 2017, S. 193)

2.1.2 Das Business Ecosystem von MaaS-Anbietern

In einem Business Ecosystem entwickeln Unternehmen ihre Kompetenzen gemeinsam um eine Innovation herum und arbeiten kooperativ und leistungsfähig zusammen, um neue Produkte zu entwickeln, Kundenbedürfnisse zu befriedigen und letztendlich die nächste Runde an Innovationen anzustoßen (Moore, 1993, S. 76). Das Business Ecosystem eines MaaS-Anbieters besteht aus einer Vielzahl von Akteuren in mehreren Schichten (vgl. Abb. 2), in denen gemeinsam Wert geschaffen und untereinander verteilt wird (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 6).

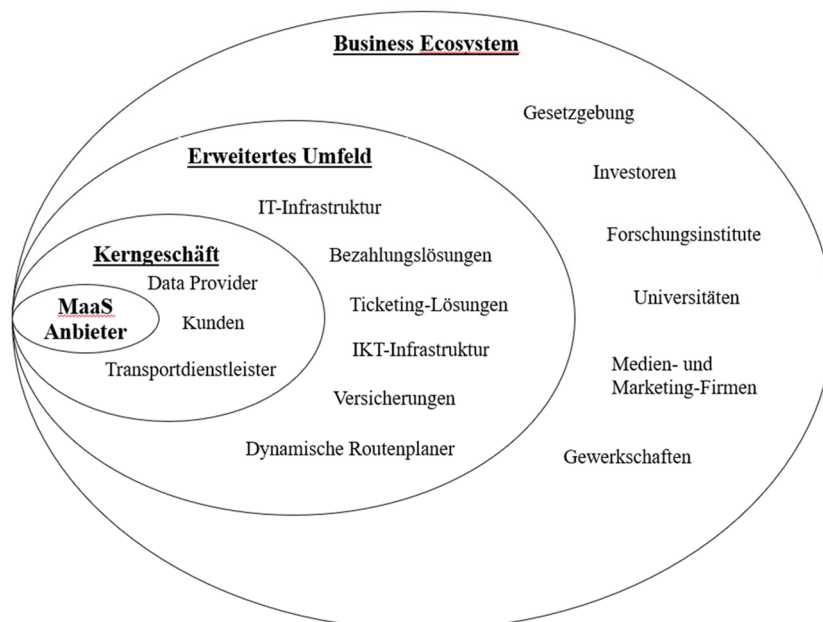


Abbildung 2: MaaS Business Ecosystem (In Anlehnung an Kamargianni und Matyas, 2017, S. 7)

Dieser Beitrag fokussiert auf die innerste Schicht, also das MaaS-Kerngeschäft. Dazu gehören die Transportdienstleister, die dem MaaS-Anbieter ihre Daten (z. B. Fahrpläne, Tarife, verfügbare Fahrzeuge, Standorte, Buchungsinformationen) in einem

einheitlichen Format über Programmierschnittstellen, sog. APIs, zur Verfügung stellen (König et al., 2016, S. 42; Kamargianni und Matyas, 2017, S. 8). Wegen der benötigten interoperablen Datenverfügbarkeit sind auch Data Provider bzw. Mobile Service Provider Teil des Kerngeschäfts, da sie die Schlüsseltechnologie zur Verfügung stellen, um die bereitgestellten Daten zu verarbeiten und auf einer Plattform für die Nutzer und alle beteiligten Akteure verfügbar zu machen (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 8f.). Aufgrund der Kunden- und Nachfrageorientierung des MaaS-Konzepts, stellen auch die Nutzer einen wichtigen Bestandteil des Ecosystems dar, denen durch das MaaS-Angebot eine stressfreie, preiswürdige und personalisierte Mobilität ermöglicht werden soll (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 12). In der Mitte des gesamten Ecosystems steht mit dem MaaS-Anbieter (bzw. MaaS-Provider) der einzige neue Akteur und Stakeholder des Wertschöpfungsnetzwerks, während alle anderen Beteiligten schon vor MaaS im Transportsektor existierten (Aapaoja et al., 2017, S. 4; Hietanen und Sahala, 2014, S. 6). Im Gegensatz zu konventionellen Transportdienstleistern agiert der MaaS-Provider als Mittelsmann zwischen Transportanbietern und Nutzern, indem er verschiedene Verkehrsmittel bündelt und durch Kenntnis der Echtzeit-Netzwerkbedingungen und der Nutzerpräferenzen die ideale Verkehrsmittelkombination der auf der Plattform anbietet (Schikofsky et al., 2020, S. 299; Sakai, 2019, S. 207; Kamargianni und Matyas, 2017, S. 4).

Der MaaS-Provider kann entweder ein öffentliches Verkehrsunternehmen oder eine private Firma (z. B. privater Transportanbieter oder ein unabhängiges Softwareunternehmen) sein. Wenn eine Verkehrsbehörde die Rolle des MaaS-Providers einnimmt, wird von einer öffentlich-kontrollierten Entwicklung des MaaS-Programms gesprochen (Smith et al., 2017a, S. 6). Im Fall einer privaten Firma als MaaS-Provider ist von einer kommerziellen oder marktorientierten Entwicklung die Rede (Eckhardt et al., 2017, S. 8; Smith et al., 2017a, S. 5). Einen Mittelweg, der auf den beiden beschriebenen Optionen basiert, kann eine öffentlich-private Partnerschaft als MaaS-Provider darstellen (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 8; Smith et al., 2017a, S. 7). In diesem Fall würde z. B. eine öffentliche Verkehrsbehörde eine private Firma damit beauftragen, ein MaaS-Angebot zu entwickeln und dabei unterstützend tätig werden, indem sie beispielsweise die bereits vorhandene digitale Plattform für die Entwicklung zur Verfügung stellt, was wiederum die Investitionskosten der Privatfirma sinken lässt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass eine private Firma eine MaaS-Plattform entwickelt und die Technologie mehreren Städten an die lokalen Bedürfnisse angepasst zur Verfügung stellt.

2.1.3 Nutzen und mögliche Probleme von MaaS

Für die Konsumenten kann MaaS maßgeschneiderte, situationsspezifische Mobilitätslösungen basierend auf ihren individuellen Bedürfnissen bieten (Hietanen und Sahala, 2014, S. 33). Unter der Voraussetzung, dass der ÖPNV das Rückgrat des

Konzepts bildet, können durch die Integration von On-Demand-Diensten (Taxis, Car-Sharing etc.) passende Ergänzungen für die erste und letzte Meile angeboten und nahtlose intermodale Fahrten von einem Ort zum anderen ermöglicht werden (Alonso-Gonzalez et al., 2020, S. 2; United Nations, 2020, S. 9; Kamargianni et al., 2016, S. 3295). Transportdienstleister erhalten die Chance, eine bessere Servicequalität anzubieten, da sie aufgrund der notwendigen Registrierung detaillierte Daten über die Fahrtvorlieben der Kunden durch die einzelnen Profile erhalten (Arias-Molinares und Garcia-Palomares, 2020, S. 9). Andererseits besteht durch die Bündelung über den MaaS-Provider der Zugang zu einem breiteren Markt und eine Gelegenheit zur Erhöhung der jeweiligen Marktanteile (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 8). Dies ist mit der Hoffnung verbunden, dass bisher seltener genutzte Transportmittel wie BikeSharing oder E-ScooterSharing durch die Integration in ein MaaS-Angebot profitieren (Matyas und Kamargianni, 2019, S. 1952). Die Vision des Konzepts ist dabei, eine ernsthafte Alternative zum privaten Autobesitz darzustellen. Bei einem erfolgreich ausgestalteten MaaS-Angebot sind demnach weniger Personen von privaten Fahrzeugen abhängig, was besonders in Städten mit einer Reduktion von Verkehrsstaus und einer verbesserten Luft- und Lebensqualität einhergeht (Hietanen und Sahala, 2014, S. 33; Cole, 2018, S. 11; Goodall et al., 2017, S. 116). Ein weiterer positiver Effekt für Städte liegt darin, dass bei einer geringeren Nutzung von Privatautos weniger Parkraum in der Innenstadt benötigt wird, sodass mehr Raum für Freizeitaktivitäten oder den Ausbau von Rad- und Fußwegen zur Verfügung steht (Cole, 2018, S. 12). Auch auf Firmen außerhalb des Mobilitätssektors, wie beispielsweise Data Provider bzw. Datenvermittlungsdienste, kann das MaaS-Konzept einen positiven Einfluss haben, indem es ihnen Zugang zu neuen Märkten und die Generierung zusätzlicher Erlöse ermöglicht (Kamargianni und Matyas, 2017, S. 9; Hietanen und Sahala, 2014, S. 33).

Eine Gefahr besteht darin, dass nur wenige Privatfahrer dem MaaS-Angebot beitreten und MaaS zu einem Wettbewerber des ÖPNV wird, wenn bisherige ÖPNV-Nutzer zu den integrierten Taxi- und CarSharing-Angeboten wechseln (Arias-Molinares und Garcia-Palomares, 2020, S. 9).

2.2 Erlösmodell

Mit dem Begriff ‚Erlös‘ wird in der Betriebswirtschaftslehre der Gegenwert beschrieben, den eine Unternehmung durch den Verkauf von Waren oder Dienstleistungen sowie aus der Vermietung oder Verpachtung in Form von Geld oder Forderungen erhält (Murschetz, 2018, S. 5). Das Erlösmodell, das synonym in der Literatur auch als Umsatzmodell, Ertragsmodell oder Ertragsmechanik bezeichnet wird, stellt eine Teilkomponente des Geschäftsmodells dar (Affenzeller et al., 2014, S. 138; zu Knyphausen-Aufseß et al., 2011, S. 163–165; Murschetz, 2018, S. 5). und beschreibt nach Murschetz (2018, S. 5), was Erlöse generiert und wie und aus welchen Quellen diese

Erlöse generiert werden. Es erfolgt demnach darin die Abbildung der Wertsicherung (Value Capture) der unternehmensinternen Wertschöpfung, indem die Frage beantwortet wird, wie und in welchem Umfang der durch die Leistungserstellung erzeugte Mehrwert abgeschöpft und monetarisiert werden kann (Wirtz, 2018, S. 152).

Um die in der Literatur teilweise synonym verwendeten Begriffe rund um das Erlösmodell voneinander abzugrenzen, wird im Folgenden in Anlehnung an das Verständnis von Affenzeller et al. (2014, S. 138f.) und zu Knyphausen-Aufseß et al. (2011, S. 167) eine Einteilung des Erlösmodells in die drei Gestaltungsbereiche Erlösquellen, Erlösformen und Preisgestaltung bzw. Preissetzung vorgenommen.

2.2.1 Erlösquellen

Die Erlös- bzw. Einnahmequellen stellen dar, was den Erlös eines Betriebs entstehen lässt und beschreiben die Leistungsangebote einer Unternehmung, mit denen auf einem existierenden Markt Erlöse erzielt werden können (Affenzeller et al., 2014, S. 139; zu Knyphausen-Aufseß et al., 2011, S. 167). Innerhalb der Erlösquellen lässt sich zwischen einer direkten und einer indirekten Erlösgenerierung unterscheiden (Zerdick et al., 2001, S. 26–28; Wirtz, 2018, S. 153). Bei den direkten Erlösquellen erfolgt die Erlöserzielung unmittelbar durch das verkaufte Produkt oder die angebotene Dienstleistung selbst, indem der Konsument die in Anspruch genommene Leistung bezahlt. Dieser Art sind dementsprechend Transaktionserlöse aus Einzeltransaktionen, Verbindungsgebühren, Nutzungsgebühren, Lizenzgebühren, Grundgebühren oder Einrichtungsgebühren zuzuordnen. Im Gegensatz dazu werden indirekte Erlösquellen mithilfe von Drittunternehmen erschlossen, indem zusätzliche Leistungen vermarktet werden. Hierzu zählen beispielsweise die Vermarktung von Werbeflächen, Sponsorengelder, Data-Mining-Erlöse oder Provisionen. Auch staatliche Subventionen für förderungswürdige Leistungen (z. B. für das ÖPNV-Angebot) stellen eine Sonderform einer indirekten Erlösquelle dar. Obwohl diese grundsätzlich nicht den Erlösen zuzuordnen ist, kommt ihr jedoch bei der Finanzierung einer Unternehmenstätigkeit häufig eine entscheidende Rolle zu. Unternehmen nutzen i. d. R. mehrere dieser Erlösquellen, um ihre Tätigkeit zu finanzieren, sodass es zu sog. Quersubventionen zwischen den einzelnen Quellen kommen kann (zu Knyphausen-Aufseß et al., 2011, S. 166).

2.2.2 Erlösformen

Der Begriff der ‚Erlösformen‘, wird in der Literatur teils synonym für ‚Erlösquellen‘ verwendet (zu Knyphausen-Aufseß et al., 2011, S. 167). Mit der Darstellung der Erlösformen wird durch die Bildung eines Preismodells die Frage beantwortet, wie mithilfe der vorher identifizierten Erlösquellen Umsätze generiert werden können (zu Knyphausen-Aufseß et al., 2011, S. 167; Affenzeller et al., 2014, S. 139). Dadurch wird aus Kundensicht die preisliche Umsetzung der einzelnen Erlösquellen sowie die

Struktur und die Grundlage der einzelnen Preise ersichtlich. Dabei ist zwischen nutzungsabhängigen bzw. transaktionsabhängigen und nutzungsunabhängigen bzw. transaktionsunabhängigen Erlösformen zu unterscheiden (Wirtz, 2018, S. 152). Von einer transaktionsabhängigen Erlösform wird gesprochen, wenn sie direkt an die Nutzung eines einzelnen Angebots des Unternehmens geknüpft ist. Im Gegensatz dazu sind transaktionsunabhängige Erlöse nicht an die Nutzung gekoppelt, sondern werden bereits durch die Nutzungsbereitstellung erzielt.

Direkte wie indirekte Erlösquellen, wie beispielsweise Nutzungsgebühren für eine bestimmte Dienstleistung (z. B. ein MaaS-Angebot) oder Gebühren für Telefon-/Handygespräche, können dementsprechend nutzungsabhängig z. B. als Pay-per-Use-Angebot (im Fall von MaaS PAYG) oder nutzungsunabhängig z. B. als Abonnement oder Flatrate ausgestaltet werden.

Im Fall eines Pay-per-Use-Angebots erfolgt die Abrechnung nach der effektiven Nutzung durch den Kunden, z. B. nach der Anzahl der genutzten Leistungseinheiten oder der Leistungsdauer (Gassmann et al., 2017, S. 256–258). Diese Erlösform zeichnet sich durch ein hohes Maß an Kostentransparenz und Gerechtigkeit aus, da nur für tatsächlich genutzte Leistungen eine Zahlung fällig ist. Allerdings erschwert diese Vergütungsart für Unternehmen die Prognose genauer Absatzmengen und reduziert die Planungssicherheit, da Kunden Leistungen typischerweise spontan abrufen. Eine Option besteht darin, Kunden durch einen Nutzungsvertrag zu einer Mindestabnahmemenge zu verpflichten. Beispiele für diese Erlösform bieten Pay-per-View-Angebote auf Filmportalen oder auch das CarSharing-Angebot ShareNow von Daimler und BMW, bei dem nach einer kostenlosen Registrierung pro gefahrene Minute oder gefahrenen Kilometer abgerechnet werden kann.

Im Gegensatz beziehen die Kunden bei einem Abonnement (Subskription) die Leistungen der Unternehmen in regelmäßigen Abständen (Zerdick et al., 2001, S. 27; Gassmann et al., 2017, S. 316–318). Dabei schließen die Kunden mit dem Unternehmen im Vorfeld eine vertragliche Vereinbarung über die Nutzungsfrequenz und -dauer, die sie im Voraus oder in regelmäßigen Zeitabständen nutzungsunabhängig bezahlen. Vorteile für den Kunden ergeben sich bei dieser Form der Vergütung aus Zeit- und Kostenersparnissen bei der Beschaffung, da ein Erwerb der Leistung nicht jedes Mal neu nötig ist, und häufig aus reduzierten Preisen, weil Unternehmen durch die Vorauszahlung und mehrmalige Abnahme der Leistung die Erlöse besser kalkulieren können. Typische Beispiele für diese Erlösform sind Zeitschriften- oder Zeitungsabonnements, um monatlich, wöchentlich oder täglich die neueste Ausgabe zu erhalten.

Eine besondere Form eines Abonnements stellt eine Flatrate dar (Gassmann et al., 2017, S. 162–164). Hierbei kann ein Kunde für einen Pauschalpreis eine bestimmte

Leistung in unbegrenzten Mengen nutzen. Unabhängig von der tatsächlichen Nutzung ist immer derselbe Preis für einen festgelegten Zeitraum fällig. Die Vorteile für die Verbraucher liegen bei dieser Erlösform darin, dass keine Einschränkung des Konsums erforderlich ist und die volle Kostenkontrolle behalten wird. Weiterhin sollten bei entsprechender Nutzung für Flatrate-Kunden geringere Kosten pro Einheit anfallen als für Kunden, die Einzelkäufe tätigen. Aus Unternehmenssicht sind mit dieser Form der Vergütung aufgrund der Verbrauchervorteile zwar hohe Absatzzahlen zu erzielen, andererseits kann die Rentabilität aber auch nur solange gewahrt werden, solange Konsumenten, die die Leistung überdurchschnittlich oft nutzen, und diejenigen, die sie unterdurchschnittlich oft nutzen, ungefähr gleich verteilt sind. Typische Beispiele für diese Erlösform sind All-you-can-eat-Restaurants, Handy-Flatrates und Jahreskarten für den ÖPNV. Auch die Streaming-Dienste Netflix und Spotify nutzen diese Erlösform, indem die Konsumenten für einen monatlichen Pauschalbetrag unbeschränkten Zugang zu den jeweiligen Inhalten (Filme, Serien, Musikbibliothek) erhalten.

Die Wahl der geeigneten Erlösform hängt also von betriebswirtschaftlichen Kostenzwängen und von der Nutzenvorstellung und der Zahlungsbereitschaft der Verbraucher ab (Zerdick et al., 2001, S. 29–30). Auch ein Angebot, bei dem der Konsument aus unterschiedlichen Arten der Vergütung wählen kann, ist möglich.

2.2.3 Preisgestaltung/Preissetzung

Das letzte Gestaltungselement eines Erlösmodells ist die Preisgestaltung bzw. Preissetzung. Hierbei geht es um die konkrete Festlegung einzelner Preise mit Rücksicht auf die jeweiligen strategischen und operativen Entscheidungen und Planungen (Affenzeller et al., 2014, S. 139). Osterwalder (2004, S. 98–100) unterscheidet dabei mit Festpreisen, einer differenzierten Preisgestaltung und einer Preissetzung am Markt drei unterschiedliche Methoden der Preisfestlegung. Bei der Verwendung von Festpreisen wird keinerlei Rücksicht auf Kundenmerkmale genommen, sie sind weiterhin auch nicht mengenabhängig oder beziehen aktuelle Marktbedingungen mit ein (Osterwalder, 2004, S. 98–100; Osterwalder und Pigneur, 2011, S. 37). Ein klassisches Beispiel für diese Gestaltung sind Katalog- oder Listenpreise für individuelle Produkte oder Dienstleistungen. Bei einer differenzierten Preisgestaltung werden die einzelnen Preise in Abhängigkeit von den Produkteigenschaften (Anzahl, Qualität), der Art und Ausprägung des Kundensegments oder der Kundenpräferenzen oder in Abhängigkeit von der gekauften Menge festgelegt. Hierbei werden die Preise auch im Voraus festgelegt, können jedoch nach den unterschiedlichen genannten Variablen differenziert werden. Die letzte Möglichkeit besteht in einer dynamischen Preissetzung, die auf den Echtzeit-Marktbedingungen basiert. Hierunter fallen beispielsweise Preisverhandlungen zwischen zwei oder mehreren Parteien, sodass der Preis

vom Verhandlungsgeschick und der Verhandlungsmacht abhängt, oder ein Ertragsmanagement (z. B. bei Hotelzimmern), wenn der Preis durch den verfügbaren Bestand und den Kaufzeitpunkt beeinflusst wird. Auch der Echtzeitmarktwert, wenn der Preis dynamisch bedingt durch Angebot und Nachfrage bestimmt wird (z. B. Aktienmarkt), oder Auktionen fallen in diese Kategorie.

3 Systematische Literaturanalyse zu MaaS-Erlösmodellen

Der folgende Abschnitt präsentiert eine im Juni 2020 durchgeführte systematische Literaturanalyse zu den Erlösmodellen und Abonnementgestaltungen von MaaS. Diese Form der Analyse ist eine systematische, eindeutige und reproduzierbare Methode zur Identifizierung, Bewertung und Synthese der vorhandenen abgeschlossenen Beiträge von Forschern, Wissenschaftlern und Praktikern (Fink, 2020, S. 6). Sie dient dazu, den aktuellen Stand der Forschung zu MaaS-Erlösmodellen und Abonnementgestaltungen abzubilden und vorhandene Forschungslücken und ungelöste Probleme aufzudecken, die weitere Untersuchungen nötig machen.

3.1 Methodik

In Anlehnung an die Arbeit von Kiel (2017, S. 4ff.) verfolgt diese Literaturanalyse einen Rechercheprozess, der aus sechs Schritten besteht. Im ersten Schritt wurde der Zeitraum für die Suche und Auswahl relevanter Literatur auf Januar 2014 bis Juni 2020 festgelegt. 2014 dient als Startzeitpunkt, weil in diesem Jahr der Begriff und das Konzept ‚Mobility as a Service‘ erstmals in einer wissenschaftlichen Arbeit Erwähnung fand (Heikkilä, 2014, S. 8), während der gewählte Endzeitpunkt möglichst aktuelle Beiträge in die Literaturanalyse miteinschließt. Anschließend wurden im nächsten Prozessschritt mit Google Scholar, EBSCOhost (Business Source Ultimate), JSTOR, Web of Science und ScienceDirect fünf wissenschaftliche Datenbanken als Informationsquellen für die Suche nach relevanter Literatur ausgewählt, bei denen jeweils eine Suche in allen Feldern erfolgte. Zur Festlegung der Suchbegriffe wurde in erster Linie vorhandene Literatur zu MaaS herangezogen (siehe Tabelle 1). Die deutschen Synonyme der gewählten Schlagwörter ergaben keine relevanten Treffer. Durch die englischen Suchbegriffe ließen sich die in Tabelle 1 aufgeführten Trefferzahlen erzielen.

	Google Scholar	EBSCO	JSTOR	Web of Science	Science Direct
„Mobility as a Service“ and „Revenue Model“	95	0	0	0	8
„Mobility as a Service“ and „Revenue Streams“	219	0	1	0	24
„Mobility as a Service“ and „Tariff options“	25	0	0	0	7
„Mobility as a Service“ and „Payment Options“	115	0	1	0	13
„Mobility as a Service“ and „Mobility Packages“	166	0	0	1	44
„Mobility as a Service“ and „Bundles“	278	3	1	4	114
„Mobility as a Service“ and „Pricing Schemes“	165	1	2	1	45

Tabelle 1: Suchbegriffe und -treffer in den Datenbanken

Im anschließenden Schritt wurden aus den Treffern die für die Forschungsfragen relevanten Publikationen herausgefiltert. Hierbei ist die Filterung nach Publikationstyp und die Filterung nach inhaltlich relevanten Artikeln zu unterscheiden (Kiel, 2017, S. 5). Da es sich bei MaaS um ein neuartiges Forschungsthema handelt, wurde auf eine qualitative Filterung weitestgehend verzichtet und die in die Literaturanalyse aufzunehmenden Beiträge nicht auf hochwertige und viel zitierte Artikel beschränkt. Stattdessen wurden neben Zeitschriftenartikeln und Buchkapiteln auch Konferenzbeiträge, Working Paper, Dissertationen, Projektbeiträge und Masterarbeiten in die zu analysierende Literatur mitaufgenommen. Um die inhaltliche Filterung durchführen zu können, wurden zunächst der Titel und der Abstract der Publikationen betrachtet und irrelevante Beiträge, die sich nicht tiefergehend mit dem Erlösmodell oder der Abonnementgestaltung von MaaS befassen, aussortiert. Von der verbleibenden Literatur wurden im Anschluss die Einleitung und das Fazit und schließlich der gesamte Beitrag gelesen, sodass am Ende die in Tabelle 2 dargestellten Trefferzahlen in die zu analysierende Literatur aufgenommen wurden.

	Google Scholar	EBSCO	JSTOR	Web of Science	Science Direct
„Mobility as a Service“ and „Revenue Model“	5	0	0	0	0
„Mobility as a Service“ and „Revenue Streams“	9	0	0	0	2
„Mobility as a Service“ and „Tariff options“	2	0	0	0	1
„Mobility as a Service“ and „Payment Options“	3	0	0	0	1
„Mobility as a Service“ and „Mobility Packages“	15	0	0	1	8
„Mobility as a Service“ and „Bundles“	17	2	0	3	8
„Mobility as a Service“ and „Pricing Schemes“	6	1	0	1	2

Tabelle 2: Relevante Trefferanzahl

Nach Entfernung von Duplikaten konnten insgesamt 26 für die Literaturanalyse relevante Publikationen identifiziert werden. Durch die Suche innerhalb der jeweiligen Bibliografien konnte mittels Schneeball-Verfahren noch ein weiterer relevanter Beitrag in die Literaturanalyse aufgenommen werden.

Der nächste Arbeitsschritt beschäftigte sich mit der Entwicklung eines methodischen und inhaltlichen Klassifizierungsschemas zur Analyse der Literatur (vgl. Abb. 3). Im Rahmen der methodischen Klassifikation konnte eine eindeutige Einordnung erfolgen. Bei der inhaltlichen Klassifikation wurden Beiträge teilweise zwei Kategorien zugeordnet (z. B. Erlösformen und Abonnementgestaltung). Bei der inhaltlichen Klassifikation nach der gewählten Sichtweise waren einige Artikel nicht eindeutig der Anbieter- oder Nutzerseite zuzuordnen.

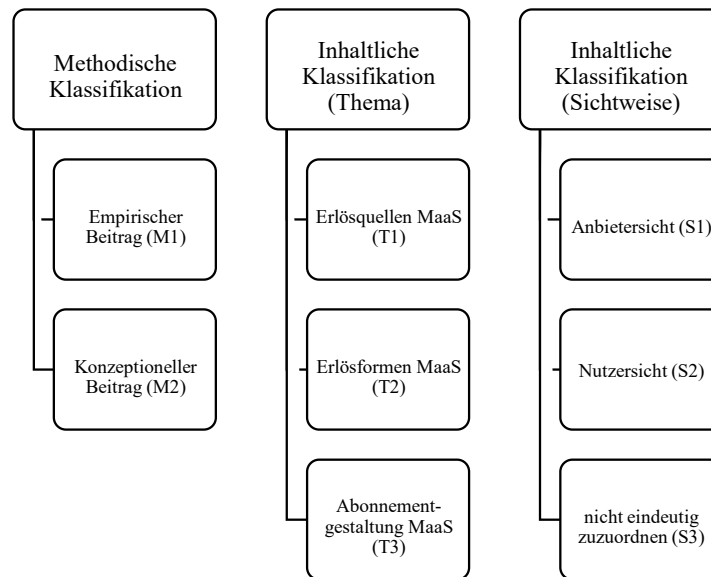


Abbildung 3: Eingesetztes Klassifikationsschema

Der sechste und letzte Arbeitsschritt befasst sich mit der Analyse der Ergebnisse der Literaturrecherche und wird im folgenden Gliederungspunkt präsentiert.

3.2 Analyse und Auswertung

Tabelle 3 klassifiziert die aufgenommenen Artikel und fasst die Ziele und Ergebnisse der ausgewerteten Literatur zusammen.

Autor(en) und Jahr	Ziel der Arbeit	Ergebnisse bzgl. des Erlösmodells und der Abonnementgestaltung	Klassifikation
Aapaoja et al. (2017)	Charakterisierung von MaaS-Angeboten in unterschiedlichen geographischen Regionen	Unterschiedliche Erlösformen in Städten, Vororten und ländlichen Gebieten werden als sinnvoll erachtet.	M1, T2, S1
Caiati et al. (2020)	Identifikation von idealen Mobilitätspaketen für die Nutzer eines MaaS-Angebots	Die Befragten zögern noch ein Abonnement für MaaS abzuschließen. Ideale Mobilitätspakete enthalten für die Befragten in erster Linie den ÖPNV.	M1, T2, T3, S2
Eckhardt et al. (2017)	Analyse existierender MaaS-Geschäftsmodelle und MaaS-Provider-Modelle	Ein kommerzieller MaaS-Provider kann als Reseller oder Integrator agieren. Das Erlösmodell basiert auf Provisionen der wiederverkauften Dienstleistungen. Weitere Einnahmequellen können Werbung und Marketing darstellen.	M1, T1, S1
Esztergar-Kiss und Kerenyi (2020)	Entwicklung von Mobilitätspaketen für 15 europäische Städte auf der Basis unterschiedlich gewichteter lokaler Besonderheiten und Nutzerpräferenzen	Der ÖPNV sollte auf jeden Fall in ein Abonnement limitiert oder unlimitiert aufgenommen werden. Bei CarSharing und Taxis eignet sich ein limitiertes Abonnement. BikeSharing sollte eher als PAYG-Option in ein MaaS-Angebot aufgenommen werden.	M2, T2, T3, S3
Flügge (2017)	Entwicklung eines MaaS-Geschäftsmodells	Der MaaS-Provider kann entweder als Reseller auftreten und Provisionen der Transportanbieter erhalten oder Transportdienstleistungen kaufen und sie in Mobilitätspakete neu verpacken.	M1, T1, T3, S1
Guidon et al. (2020)	Untersuchung der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für PAYG- und Abonnementangebote	Das Angebot von MaaS-Abonnements, die nur öffentliche Verkehrsmittel, CarSharing und P+R-Dienste beinhalten, ist am sinnvollsten.	M1, T2, T3, S2
Hensher et al. (2020)	Untersuchung, inwiefern MaaS-Abonnements die private Autonutzung beeinflussen können	Im Verlauf eines Pilotprojektes wechselten immer mehr Nutzer von der PAYG-Option zum Abonnement. MaaS wird nur helfen die private Autonutzung zu reduzieren, wenn es auch auf Abonnementbasis angeboten wird.	M1, T2, S2

Autor(en) und Jahr	Ziel der Arbeit	Ergebnisse bzgl. des Erlösmodells und der Abonnementgestaltung	Klassifikation
Hensher und Wong (2020)	Identifikation der Gründe für die Wahl einer bestimmten Zahlungsform bei einem MaaS-Pilotprojekt	Gründe für die Wahl der PAYG-Option: unklares Preis-Leistungs-Verhältnis bei Abonnements, Wohnortfrage, inkonstante Transportbedürfnisse, fehlende Kenntnis der Details von Abonnements, Notwendigkeit bei Abonnements eine Bindung einzugehen. Gründe für Abonnements: Geldersparungen, Neuheit/Neugierde	M1, T2, S2
Ho et al. (2018)	Identifikation des Wertes, der einzelnen MaaS-Abonnementbestandteilen beige-messen wird	Nutzer bevorzugen in erster Linie den ÖPNV und die Car-Sharing-Option in MaaS-Abonnements. Bei Haushalten mit zwei oder mehr Kindern wird generell die PAYG-Option bevorzugt.	M1, T2, T3, S2
Ho et al. (2020)	Identifikation der Nutzerpräferenzen bzgl. möglicher Mobilitätspakete durch vorgegebene Auswahlmöglichkeiten	40 % der Befragten würden MaaS eher als Abonnement wahrnehmen wollen. Die Abonnementlösung wird auch bei autofreien Haushalten und bei häufiger Nutzung von Autos präferiert, während Haushalte, die private Autos besitzen, aber selten nutzen, eher eine PAYG-Option bevorzugen.	M1, T2, T3, S2
Jittapirom et al. (2017)	Identifikation der Kerneigenschaften eines MaaS-Angebots	Es gibt zwei Tarifoptionen, die angeboten werden (PAYG, Abonnements als Mobilitätspakete). Die Mehrheit der momentan existierenden Angebote und vergangenen Pilotprojekte bieten die PAYG-Option an.	M2, T2, S3
Kamargi-anni et al. (2016)	Entwicklung eines Index, um verschiedene Level der Integration von Mobilitätsdiensten zu messen	Mobilitätspakete werden als Basiselement eines MaaS-Angebots betrachtet. MaaS sollte dem Nutzer eine Wahl aus den beiden Optionen PAYG und Abonnement ermöglichen.	M2, T2, S3
König et al. (2016)	Identifikation von MaaS-Geschäftsmodellen	Der Verkauf von MaaS-Tickets ist auf zwei Weisen möglich: Agenturmodell (Wiederverkäufe, vorherige Mengenrabatte), Handelsmodell (Provisionen der Transportanbieter). Eine weitere Einnahmequelle stellen Werbeeinnahmen dar.	M1, T1, S1
Li und Voege (2017)	Entwicklung einer Checkliste für potenzielle MaaS-Entwickler	Transportdienstleister müssen für ein MaaS-Angebot ihre Dienstleistungen für den Wieder-/Weiterverkauf verfügbar machen. Problematisch kann sich aufgrund von Subventionen der Wiederverkauf von ÖPNV-Tickets gestalten.	M2, T1, S1
Liljamo et al. (2020)	Identifikation der Zahlungsbereitschaft der finnischen Bevölkerung für ein MaaS-Angebot	Die Zahlungsbereitschaft für Mobilitätspakete liegt unter den aktuell angebotenen Mobilitätspaketen. Vielleicht ist es sinnvoll nur mit einer PAYG-Option zu starten, um die Wahrnehmung der Bevölkerung zu schärfen und anschließend Abonnements anzubieten.	M1, T2, S2
Matyas (2020)	Untersuchung von Nutzerpräferenzen bei MaaS-Abonnements	Aufgrund des fehlenden Bekanntheitsgrads des MaaS-Konzeptes möchte die Mehrheit der Befragten noch kein Abonnement abschließen und fühlt sich mit der PAYG-Option wohler. Zudem gibt es unterschiedliche Präferenzen bzgl. der MaaS-Abonnementbestandteile in unterschiedlichen Altersgruppen und Lebenssituationen.	M1, T2, T3, S2
Matyas und Kamargi-anni (2018)	Identifikation von Nutzerpräferenzen für die Gestaltung von MaaS-Abonnements	MaaS-Abonnements werden klar bevorzugt, wenn der ÖPNV integriert ist. Bei der Integration von CarSharing, BikeSharing und Taxis erfolgt oft eine Zurückweisung des Abonnements	M1, T3, S2
Matyas und Kamargi-anni (2019)	Initiale Forschung, ob MaaS-Abonnements als Mobilitätsmanagement-Tool genutzt werden können, um Sharing-Dienste zu fördern	MaaS-Abonnements, die den ÖPNV integrieren, werden bevorzugt, jedoch weniger wenn auch CarSharing, BikeSharing und Taxis integriert sind. Diejenigen Befragten, die ein MaaS-Abonnement abschließen möchten, würden aber auch Sharing-Dienste und Taxis als Abonnementbestandteile akzeptieren.	M1, T3, S2
Polydoropoulou et al. (2020)	Entwicklung von Prototyp-Geschäftsmodellen für MaaS	Erlösquellen des MaaS-Providers: Verkauf des MaaS-Services. Erlösformen für MaaS-Tickets: Pay-as-you-go oder Abonnement mit gebündelten Transportdiensten von unterschiedlichen Verkehrsträgern. Andere Erlösquellen: Werbung, Provision von anderen Dienstleistern (Event- oder Unterhaltungspartner), Subventionen.	M1, T1, T2, S1
Reck et al. (2020)	Entwicklung eines Master-Designs für MaaS-Abonnements.	Es gibt im Hinblick auf MaaS-Abonnements 10 Design-Dimensionen, die unterschiedlich ausgeprägt sein können.	M2, T3, S3

Autor(en) und Jahr	Ziel der Arbeit	Ergebnisse bzgl. des Erlösmodells und der Abonnementgestaltung	Klassifikation
Reck und Axhausen (2019)	Identifikation welche Transportdienste in welchem Umfang in ein MaaS-Abo aufgenommen werden sollten	Der ÖPNV sollte auf jedem Fall in einem MaaS-Abonnement vorkommen. Car- und BikeSharing sollten eher als PAYG-Option aufgenommen werden.	M1, T2, T3, S2
Reck und Axhausen (2020)	Identifikation welche Transportdienste in welchem Umfang in ein MaaS-Abonnement aufgenommen werden sollten	Ein ÖPNV Saisonticket wird als geeignetes Substitut für ein Privatauto angesehen und sollte in einem MaaS-Abonnement vorkommen. Car- und BikeSharing und Taxis sollten eher als PAYG-Option in ein MaaS-Angebot integriert werden.	M1, T2, T3, S2
Romanyuk (2018)	Identifikation der MaaS-Geschäftsmodell-Entwicklung in Finnland	Eine Abonnementlösung würde die Nutzung des Dienstes maximieren, die Einnahmen wären leichter vorhersehbar und es wäre nutzerfreundlich. Problematisch ist die Realisierbarkeit aufgrund fehlender Nutzungsdaten. Der Wiederverkauf von ÖPNV-Tickets kann sich aufgrund von Subventionen schwierig gestalten.	M1, T1, T2, S1
Sellstedt und Sjöling (2019)	Untersuchung der Chancen und Herausforderungen für Transportanbieter bei der Integration ihrer Dienstleistungen in ein MaaS-Angebot	Tickets müssen für den MaaS Provider für den Wiederverkauf verfügbar gemacht werden, sonst kann das MaaS-Angebot nicht über Level 1 (MaaS-Topologie) hinauskommen. Die Transportdienstleister bezahlen eine Gebühr oder verkaufen ihre Tickets verbilligt an den MaaS-Provider, um in die MaaS-Plattform mit aufgenommen zu werden.	M1, T1, S1
Smith et al. (2017b)	Identifikation von Aspekten, die bei einem MaaS-Angebot bedacht werden müssen	Erlösquellen eines MaaS-Providers sind entweder Provisionen der Transportanbieter für die Weiterverkäufe oder der zusätzliche Wert, der durch die Mobilitätspakete geschaffen wird.	M1, T1, S1
Sochor et al. (2017)	Entwicklung einer Topologie von MaaS-Angeboten	Level 2: Pay-as-you-go-Option Level 3: Abonnement/Mobilitätspakete Die Preise für ÖPNV-Tickets dürfen durch das MaaS-Angebot nicht teurer sein, als wenn sie einzeln verkauft werden.	M2, T1, T2, S1
Stopka et al. (2018)	Entwicklung und Test von hypothetischen Mobilitätspaketen in zwei Modellregionen in Deutschland	Mobilitätspakete stiften nicht nur Vorteile für potenzielle Nutzer, sondern werden auch kritisch gesehen. Besonders preissensitive Nutzer ohne festes Einkommen bevorzugen die PAYG-Option.	M1, T2, T3, S2

Tabelle 3: Analyisierte Literatur

Das Thema der Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen von MaaS wird aktuell immer relevanter (Abb. 4). Vor 2016 gab es keine Veröffentlichungen bzgl. der Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen. In den nächsten Jahren des untersuchten Zeitraumes definierte die Wissenschaft vor allem die Kerneigenschaften von MaaS, während seit 2020 die praktische Umsetzung stärker in den Vordergrund rückt.

12 der 27 Artikel fanden Eingang in Zeitschriften mit Peer-Review, es wurden aber auch einige Konferenzbeiträge und im Publikationsprozess befindliche Working Paper gefunden (Abb. 5). Die Mehrheit der Autoren untersuchten die jeweilige Problemstellung empirisch anhand von Nutzerumfragen, Nutzerbeobachtungen, Experteninterviews oder Workshops, während gut ein Fünftel konzeptionelle Beiträge darstellen, die auf Literatur- oder Fallstudienanalysen basieren. Eine nutzerorientierte Betrachtung überwiegt leicht, jedoch ist insgesamt ein recht ausgeglichenes Verhältnis zu registrieren (Abb. 6).

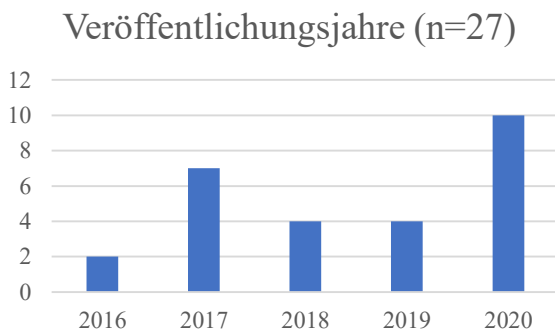


Abbildung 4:
Analyse der Veröffentlichungsjahre

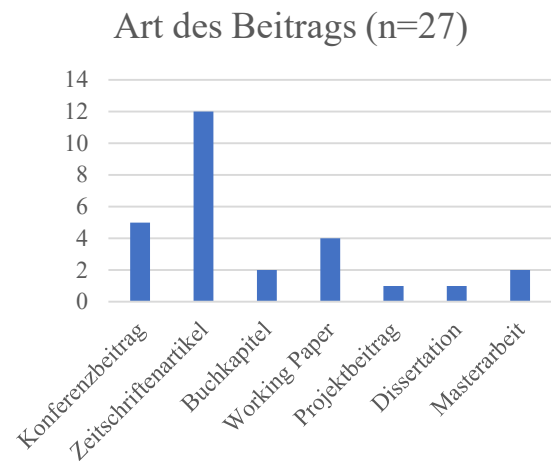


Abbildung 5: Analyse der Art der Beiträge

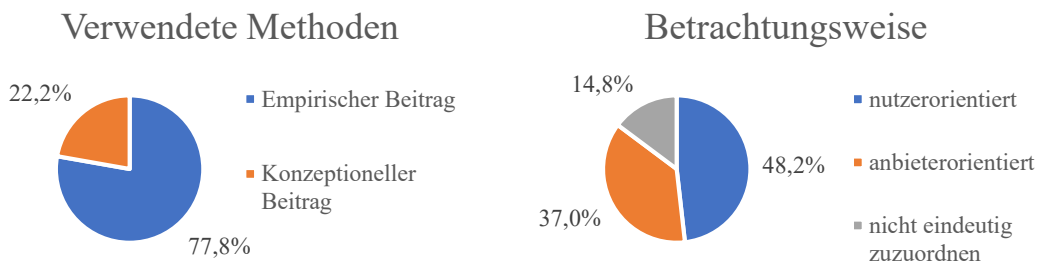


Abbildung 6: Verwendete Methodik und Betrachtungsweise

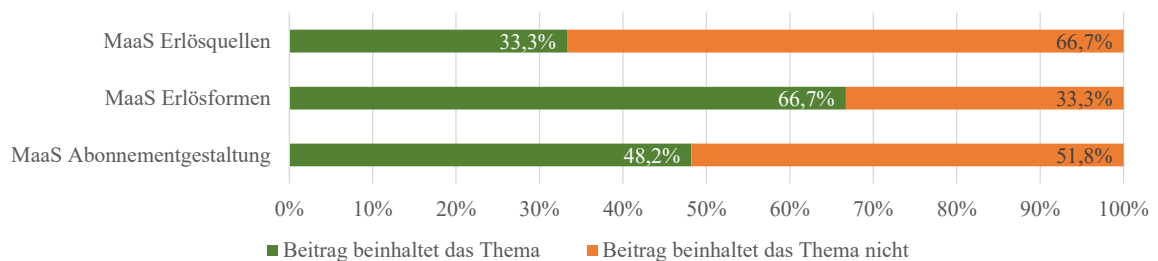


Abbildung 7: Thematische Analyse

Inhaltlich (Abb. 7) befasst sich der Großteil der Arbeiten zumindest zum Teil mit den Erlösformen eines MaaS-Angebots, während der kleinere Teil die Erlösquellen thematisiert. Mit den möglichen Abonnementgestaltungen eines MaaS-Angebots setzen sich knapp die Hälfte der analysierten Artikel auseinander.

Die gemeinsame Analyse von Themengebiet und gewählter Betrachtungsweise (Abb. 8) zeigt, dass in der bisherigen Literatur zu den Erlösformen und möglichen Abonnementgestaltungen von MaaS die Nutzerperspektive im Vordergrund steht und auf der Anbieterseite weiterer Forschungsbedarf zu vermuten ist. So betrachten nur 22,2 % der identifizierten Beiträge, die sich mit den Erlösformen von MaaS beschäftigen, und nur 7,7 %, die die möglichen Abonnementgestaltungen untersuchen, die

Thematik aus der Anbieterperspektive. Die Beiträge, die die Erlösquellen eines MaaS-Angebots thematisieren, sind vollständig der Anbieterseite zuzuordnen, stellen jedoch den geringsten Teil der untersuchten Literatur dar.

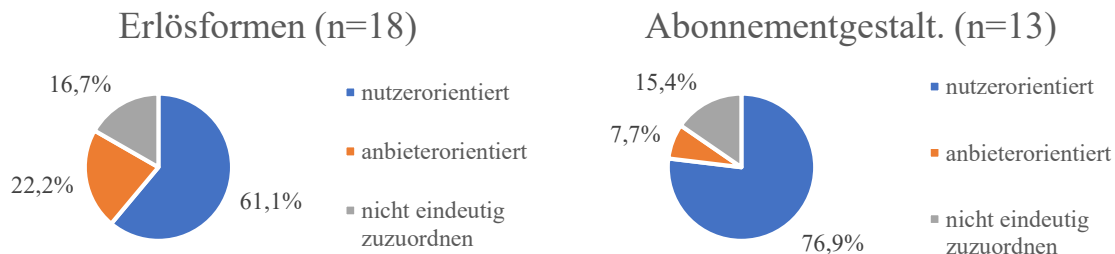


Abbildung 8: Thematische Einordnung und Betrachtungsweise

3.3 Inhaltliche Ergebnisse der systematischen Literaturanalyse

Der letzte Unterpunkt der systematischen Literaturanalyse präsentiert den aktuellen Stand der Forschung im Hinblick auf die Gestaltungsbereiche eines Erlösmodells.

3.3.1 MaaS-Erlösquellen

Die primäre Erlösquelle eines MaaS-Providers stellt nach Polydoropoulou et al. (2020, S. 159) der Verkauf von Tickets zur Nutzung des MaaS-Services dar, es hängt jedoch von der Ausgestaltung des MaaS-Provider-Unternehmens (öffentlich oder privat) ab, auf welche Art und Weise diese Erlösquelle erschlossen wird.

Die erste Möglichkeit (vgl. Abb. 9) besteht darin, ein MaaS-Unternehmen mit Anteilseignern zu betreiben, dabei die MaaS-Tickets direkt an die Kunden zu verkaufen und die erzielten Erlöse gemäß einem Erlösverteilungsmodell an die beteiligten Gesellschafter umzulegen. Die andere Möglichkeit ist die Bildung einer MaaS-Partnerschaft, bestehend aus den einzelnen integrierten Mobilitätsanbietern und dem öffentlichen oder privaten MaaS-Provider. In diesem Fall agiert der MaaS-Provider in erster Linie als Wiederverkäufer der Dienstleistungen der Transportanbieter. Hierbei sind mit dem Handelsmodell und dem Agenturmodell wiederum zwei Formen der Ausgestaltung möglich (König et al., 2016, S. 62f.). Die Erlöse beim Handelsmodell basieren auf Provisionen, die der MaaS-Provider von den Mobilitätsanbietern für jede verkaufte Dienstleistung, die über die MaaS-Plattform erworben wurde, erhält (Flügge, 2017, S. 246; Smith et al., 2017b, S. 6). Beim Agenturmodell kauft der MaaS-Betreiber Transportkapazität der einzelnen Dienstleister in größerem Umfang, um Mengenrabatte zu erhalten. Erlöse werden anschließend durch den Wiederverkauf zum normalen Preis erzielt, indem die erworbene Transportkapazität entweder in Mobilitätspakete (Abonnements) neu verpackt und somit zusätzlicher Wert geschaffen wird oder auf PAYG-Basis an die Endkunden weiterverkauft wird (König et al., 2016, S. 63; Flügge, 2017, S. 246; Eckhardt et al., 2017, S. 9). Von entscheidender Bedeutung für ein privates Unternehmen als MaaS-Provider ist nach Flügge

(2017, S. 247) die Möglichkeit zum Wiederverkauf von ÖPNV-Tickets. Hierbei ist einerseits sicherzustellen, dass der MaaS-Anbieter eine faire Marge aus dem Wiederverkauf erzielen kann. Andererseits subventionieren viele Städte ihre öffentlichen Verkehrsmittel, um sie möglichst allen Menschen zugänglich zu machen (Li und Voegelé, 2017, S. 103). Für eine politisch akzeptable Ausgestaltung sollten deshalb ÖPNV-Tickets innerhalb eines MaaS-Angebots nicht teurer als bei einem Einzelerwerb sein (Sochor et al., 2017, S. 196; Flügel, 2017, S. 247). Die Wissenschaft und Praxis sind sich in dieser Angelegenheit nicht einig, welche Methode des Wiederverkaufs (Handels- oder Agenturmodell) sich im Fall der ÖPNV-Tickets am besten eignet. Auf der einen Seite scheint das Agenturmodell geeignet zu sein, da ÖPNV-Tickets typischerweise eine hohe und gesicherte Nachfrage aufweisen und sich dementsprechend für den MaaS-Provider der Kauf in großen Mengen lohnt (König et al., 2016, S. 63). Auf der anderen Seite liegen die Preise für Tickets der öffentlichen Verkehrsmittel häufig schon unterhalb der realen Kosten, weshalb Subventionen zur Kostendeckung eingesetzt und weitere Mengenrabatte für den MaaS-Provider nicht als Option angesehen werden (Romanyuk, 2018, S. 69). Eine Gewinnerzielung ist unter Anwendung des Agenturmodells nur dann möglich, wenn die ÖPNV-Tickets zu einem höheren Preis innerhalb von MaaS verkauft werden, sodass das provisionsbasierte Handelsmodell die bessere Möglichkeit darstellen kann (Li und Voegelé, 2017, S. 103; Romanyuk, 2018, S. 70).

Weitere (indirekte) Erlösquellen und Kostendeckungsmöglichkeiten für den MaaS-Provider stellen Einnahmen aus Werbung für Drittunternehmen und Provisionen von Nicht-Mobilitätsanbietern wie z. B. Event- oder Unterhaltungspartnern dar (König et al., 2016, S. 63; Flügel, 2017, S. 247; Polydoropoulou et al., 2020, S. 160). Abhängig von den rechtlichen Rahmenbedingungen können auch Subventionen für das gesamte MaaS-Angebot oder für die ÖPNV-Bestandteile eine Erlösquelle bilden, wenn der MaaS-Provider beispielsweise ein öffentliches Verkehrsunternehmen ist (Polydoropoulou et al., 2020, S. 160).

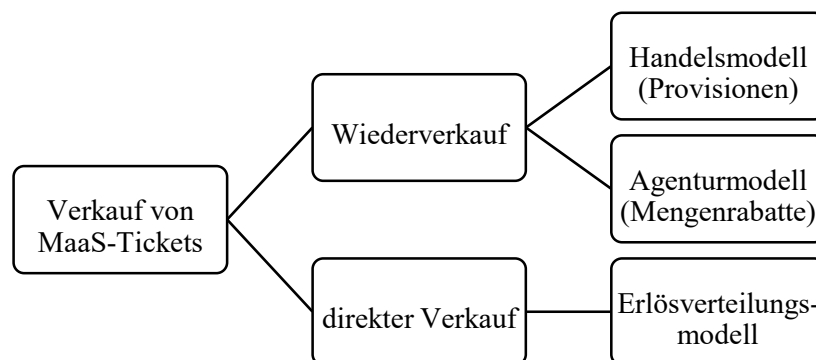


Abbildung 9: Möglichkeiten des Verkaufs von MaaS-Tickets

3.3.2 MaaS-Erlösformen

Eine der zentralen Entscheidungen bei der Entwicklung eines MaaS-Angebots ist, ob dieses den Kunden in Form einer PAYG-Option, bei der die Bezahlung nach der effektiven Nutzung erfolgt, oder in Form eines Abonnements (bzw. einer Flatrate) für einen bestimmten Zeitraum angeboten wird, bei dem die Bezahlung für eine bestimmte Menge (Zeit, Distanz, Anzahl, nicht limitierte Option) im Voraus erfolgt (Jittapirom et al., 2017, S. 16; Kamargianni et al., 2016, S. 3295). Derzeit überwiegt das PAYG-Angebot, wobei es im Idealfall für die Nutzer möglich sein sollte, sich für eine der beiden Optionen zu entscheiden (Kamargianni et al., 2016, S. 3295; Reck et al., 2020, S. 1; Jittapirom et al., 2017, S. 15). Dies stellt jedoch bisher eher die Ausnahme dar.

Das PAYG-Modell bildet den Status Quo ab und ist einfacher zu verstehen, während ein Abonnement-Modell den Nutzen des MaaS-Services maximiert, da die Einnahmeströme leichter vorhersehbar und nutzungsunabhängig garantiert sind, sodass den Abonnenten gegenüber PAYG-Nutzern wiederum größere Rabatte angeboten werden können (Ho et al., 2020, S. 87f.; Romanyuk, 2018, S. 68). Jedoch ist es laut Romanyuk (2018, S. 68) aufgrund mangelnder Nutzerdaten und notwendiger Verhandlungen mit den einzelnen Mobilitätsanbietern gerade zu Beginn eines MaaS-Projektes schwierig, passende Abonnements anzubieten.

In der bisherigen Forschung wurden schon eine Reihe von Nutzerbefragungen zu den beiden möglichen Erlösformen durchgeführt (Stopka et al., 2018; Ho et al., 2018; Ho et al., 2020). Demnach bevorzugen preissensitive Menschen ohne festes, regelmäßiges Einkommen, Haushalte mit zwei oder mehr Kindern und seltene private Autonutzer die PAYG-Option. Demgegenüber schätzen Leute mit einem fixen Einkommen, Haushalte ohne eigenes Auto sowie Haushalte mit einer häufigen privaten Autonutzung mit den planbaren und vorab festgelegten Ausgaben die Vorteile eines Abonnements. Die Gründe für die Bevorzugung der PAYG-Option beziehen sich auf das Preis-Leistungsverhältnis bei Abonnements und die Notwendigkeit, ein Commitment eingehen zu müssen (Matyas, 2020, S. 171f.; Hensher und Wong, 2020, S. 11; Stopka et al., 2018, S. 433). So fühlen sich diejenigen Befragten bei einem im Voraus bezahlten MaaS-Abonnement, aufgrund unregelmäßiger und ungewöhnlicher Mobilitätsbedürfnisse (wie z. B. bei Haushalten mit mehreren Kindern) eher gefangen und sorgen sich entweder um das zu schnelle Verbrauchen ihrer abonnierten Menge oder um eine im Voraus bezahlte Anzahl an Fahrten, die dann doch nicht genutzt wird. Die eher reservierte Haltung gegenüber MaaS-Abonnementpaketen kann weiterhin auf die mangelnde Vertrautheit mit dem MaaS-Konzept, dem fehlenden Vertrauen in einen potenziellen MaaS-Provider und der fehlenden Detailkenntnis der Abonnements zurückzuführen sein. Diejenigen, die eine Abonnementlösung präferieren, führen v. a. Geldeinsparungen durch entsprechende Rabatte und einen Neuheits- bzw. Neugierde-Faktor als Gründe an (Hensher und Wong, 2020, S. 12).

Allgemein ist festzuhalten, dass dem MaaS-Konzept verbraucherseitig grundsätzlich interessiert gegenübergetreten wird, jedoch beim Abschluss von Abonnements noch gezögert wird (Matyas, 2020, S. 172; Liljamo et al., 2020, S. 110). Dementsprechend erscheint es sinnvoll, mit einer PAYG-Option zu starten, um einerseits den Nutzern genügend Zeit zu geben, sich mit dem Konzept vertraut zu machen und andererseits anbieterseitig genügend Daten zu gewinnen, um anschließend maßgeschneiderte Mobilitätspakete anbieten zu können. Für diese These spricht auch, dass innerhalb eines MaaS-Pilotprojektes im Raum Sydney (Australien) immer mehr Teilnehmer im Zeitverlauf von einer PAYG-Lösung zu einem Abonnement gewechselt sind (Hensher et al., 2020, S. 6).

Des Weiteren beeinflussen unterschiedliche geografische Gegebenheiten die Wahl der Erlösform. In Städten ist es laut Aapaoja et al. (2017, S. 6–8) sinnvoll, beide Erlösformen anzubieten, um sowohl Gelegenheits- oder Einmalnutzern wie z. B. Touristen als auch Einwohnern und Arbeitnehmern, die den Service regelmäßig in Anspruch nehmen möchten, eine passende Nutzungsmöglichkeit anzubieten. In Vororten und ländlichen Gebieten scheint dagegen die PAYG-Lösung die geeignetere zu sein, um den unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnissen der Bewohner gerecht zu werden. Abonnementlösungen sind unter diesen Bedingungen nur sinnvoll, wenn die Transportbedürfnisse sehr konstant sind.

3.3.3 MaaS-Abonnementgestaltungen

Für die Ausgestaltung von MaaS-Abonnements gibt es eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten. Reck et al. (2020, S. 9) definieren zehn Design-Dimensionen eines MaaS-Abonnements, von denen fünf für die Entwicklung zwingend notwendig sind und fünf weitere ergänzend eingesetzt werden können.

Neben der Entscheidung über die in ein Abonnement zu integrierenden Transportmittel stellt die Art und Weise der Messung des Konsums in Verbindung mit möglichen Rabatten oder der Beschränkung der in das Abonnement integrierten Fahrten (Konsum-/Verbrauchsobergrenze) ein wichtiges Gestaltungselement dar (Reck et al., 2020, S. 10). Auf der Basis dieser Design-Dimensionen lassen sich mit einem zweiteiligen, einem dreiteiligen und einem Flatrate-Tarif drei mögliche Gestaltungen für MaaS-Abonnementbestandteile ableiten (Caiati et al., 2020, S. 129; Reck et al., 2020, S. 9–11): Der zweiteilige Tarif besteht aus einer nutzungsunabhängigen fixen Abonnementgebühr und einer reduzierten Nutzungsgebühr, also beispielsweise prozentuale oder absolute Rabatte auf die Nutzungspreise bestimmter integrierter Verkehrsmittel. Der dreiteilige Tarif beinhaltet ebenfalls eine nutzungsunabhängige Gebühr verbunden mit der Erlaubnis zur Nutzung festgelegter Verkehrsmittel für eine bestimmte Zeit (Minuten, Stunden, Tage), eine bestimmte Distanz oder eine bestimmte Anzahl an Fahrten. Gehen die Fahrten über die jeweilige Verbrauchsgrenze hinaus,

ist zusätzlich noch ein nutzungsabhängiger Preis fällig. Der Flatrate-Tarif besteht lediglich aus der Zahlung einer nutzungsunabhängigen Gebühr, die es einem erlaubt den jeweiligen Service uneingeschränkt zu nutzen. Die Gestaltungsmöglichkeiten der Metriken sowie der Rabatte und Konsumgrenzen können auch innerhalb eines MaaS-Abonnements in Bezug auf die einzelnen Dienstleister unterschiedlich ausgestaltet werden.

	Dimension	Erläuterung
Notwendige Design-Dimensionen	Integration welcher Verkehrsmittel	z. B. ÖPNV, CarSharing, BikeSharing, Taxi, E-Scooter, Autovermietung, RideHailing
	Art und Weise der Messung des Konsums (Metriken)	zeitbasiert (Minuten, Stunden, Tage); distanzbasiert (Kilometer); fahrtbasiert (Anzahl der Fahrten)
	Gültigkeitsbereich	Eine Stadt/Region; mehrere Städte; gesamtes Land
	Marktsegment	Individuen (Einwohner, Touristen, Pendler, Rentner); gesamte Haushalte; Arbeitnehmergruppen
	Abonnementzyklus	wöchentlich; 14-tägig; monatlich Start zum 1. des Monats oder an beliebigem Tag
Ergänzende Design-Dimensionen	Rabatte	z. B. 20 % oder 5 € Rabatt auf jede Fahrt
	Konsum-/Verbrauchsobergrenze	zeitbasiert; distanzbasiert; fahrtbasiert
	Add-ons	z. B. P+R; Gutscheine
	kundenindividuelle Anpassbarkeit	Individuelle Zusammenstellung der Abonnementbestandteile
	Roll-Over-Option	nicht genutzte, aber bereits erworbene Menge kann bspw. in den nächsten Monat übertragen werden

Tabelle 4: Design-Dimensionen von MaaS-Abonnements (in Anlehnung an Reck et al., 2020, S. 9)

Nutzerbefragungen und -beobachtungen zu möglichen MaaS-Abonnementgestaltungen zeigen, dass Abonnements, die sämtliche Transportmittel einer Stadt beinhalten, eher nicht die beste Option für MaaS-Angebote darstellen (Guidon et al., 2020, S. 102). So wird der ÖPNV als essentieller Bestandteil angesehen und Abonnements mit unlimitierter ÖPNV-Nutzung werden sehr positiv bewertet (Caiati et al., 2020, S. 138; Guidon et al., 2020, S. 99; Ho et al., 2018, S. 314; Ho et al., 2020, S. 82; Matyas, 2020, S. 169; Matyas und Kamargianni, 2019, S. 1961; Matyas und Kamargianni, 2018, S. 14; Reck und Axhausen, 2020, S. 9). Wenn jedoch zusätzlich auch BikeSharing und Taxis integriert werden, schmälert dies die Attraktivität des Abonnements und wird von der Mehrheit der befragten Personen zurückgewiesen (Guidon et al., 2020, S. 99; Ho et al., 2020, S. 83; Matyas, 2020, S. 169; Matyas und Kamargianni, 2018, S. 14; Matyas und Kamargianni, 2019, S. 1961; Reck und Axhausen, 2020, S. 9). Bei der Integration von CarSharing in ein MaaS-Abonnement kommen die einzelnen Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Einerseits werden viele integrierte Stunden an CarSharing positiv bewertet (Guidon et al., 2020, S. 99; Ho et al., 2018, S. 314). Andererseits werden solche Ausgestaltungen zurückgewiesen und

eine PAYG-Option bevorzugt (Matyas, 2020, S. 169; Matyas und Kamargianni, 2019, S. 1961; Reck und Axhausen, 2020, S. 9). Für neuere Transportdienste, wie z. B. E-Scooter-Sharing, wurden noch keine Untersuchungen durchgeführt. Als zusätzliche Features erfahren in erster Linie eine P+R-Option und die Mitnahme ungenutzter Einheiten in den nächsten Zyklus eine positive Bewertung, wobei durch Roll-Over-Optionen die Komplexität nicht zu sehr steigen darf (Guidon et al., 2020, S. 102; Ho et al., 2020, S. 82; Matyas und Kamargianni, 2018, S. 14).

4 Fallstudienanalyse bestehender MaaS-Projekte

Dieser Abschnitt analysiert vier gegenwärtig existierende MaaS-Angebote im Hinblick auf die eingesetzten Erlösmodelle und Abonnementgestaltungen. Diese Angebote stellen nach dem Wissen der Autoren Stand Mitte 2020 die einzigen MaaS-Projekte im europäischen Raum dar, die nach der Klassifikation von Sochor et al., (2017) mindestens Level 2 erreichen.

4.1 Jelbi Berlin

Die Jelbi-App ist eine MaaS-Lösung, die auf die Stadt Berlin zugeschnitten ist und mehrere konkurrierende Mobilitätsanbieter auf einer Plattform vereint (Floemer, 2019). Gemäß den vorgestellten Kerneigenschaften von MaaS ist es in dieser App nach einer einmaligen Registrierung möglich, sich über mögliche Fahrten zu informieren, die gewünschte Route nach den persönlichen Bedürfnissen zu buchen und zu bezahlen sowie Echtzeitinformationen zu erhalten (Jelbi, 2020a). Mit der Integration von ÖPNV (Zug, S-Bahn, U-Bahn, Tram, Bus), E-Tretroller-Sharing (TIER, Voi), BikeSharing (nextbike), ScooterSharing (emmy), CarSharing (MILES), RideSharing (BerlKönig) und bald auch Taxis stellt die Jelbi-App die momentan umfassendste MaaS-Lösung weltweit dar (Jelbi, 2020b; Jelbi, 2020c; Starke, 2019). Es ist geplant, das Angebot auf 25 Partner anwachsen zu lassen und möglichst alle Mobilitätsanbieter in Berlin zu integrieren (Floemer, 2019). Den MaaS-Provider bildet eine öffentlich-private Partnerschaft zwischen den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) und dem litauischen IT-Startup-Unternehmen Trafi. Letzteres liefert die technische Infrastruktur als ein auf den ÖPNV basiertes Whitelabel und passt es den örtlichen Gegebenheiten an (Weiß, 2019; Trafi, 2020; Stüber, 2019). Es ist dementsprechend auf andere Städte übertragbar. So gibt es beispielsweise ebenso in Prag (Tschechien) und Vilnius (Litauen) ‚Trafi-basierte‘ MaaS-Angebote und auch die Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) möchte mit dem Startup zusammenarbeiten, um eine MaaS-Lösung für eine weitere deutsche Großstadt zu entwickeln (Petereit, 2020; Korte, 2020). Die BVG agiert in Berlin als Integrator der anderen Mobilitätsdienste und stellt das Ticketing zur Verfügung (Stüber, 2019). Ziel ist es den Mobilitätsanbietern zusätzliche Kunden zu bringen und sich die Konsumenten untereinander zu ‚teilen‘. Um den

Kunden den Umstieg zwischen den einzelnen Mobilitätsdiensten zu erleichtern, werden bzw. wurden sog. Jelbi-Stationen an mehreren S+U-Bahnhöfen errichtet, an denen viele unterschiedliche Verkehrsmittel an einem Ort verfügbar sind (Jelbi, 2020d).

Das Erlösmodell von Jelbi basiert derzeit auf der Zahlungsform PAYG, indem die Nutzer nach Buchung der gewünschten Route und Verkehrsmittel die Tarife der einzelnen Anbieter direkt in der App bezahlen (Jelbi, 2020a; Jelbi, 2020c). Abonnements oder Flatrates für das MaaS-Angebot sind noch keine vorhanden, lediglich für den ÖPNV und das BikeSharing können Tages- und Monatskarten über die App erworben werden. Jelbi ist zunächst als Forschungsprojekt bis Ende 2021 angelegt (Krempf, 2019). Im Rahmen dessen wollen die Betreiber unter Beachtung der datenschutzrechtlichen Vorgaben herausfinden, mit welchen Verkehrsmitteln sich die Nutzer wohin bewegen.

4.2 Whim-Plattform

Die Whim-Plattform bzw. Whim-App ist eine MaaS-Plattform, die ihren Ursprung in Helsinki (Finnland) hat (MaaS Global Oy, 2020a; Audouin und Finger, 2019, S. 9). Inzwischen ist es möglich, den Service von Whim auch in Antwerpen (Belgien), den West Midlands (Großbritannien) und in Wien (Österreich) zu nutzen, während an der Implementierung in Tokio (Japan), im Stadtstaat Singapur und in Turku (Finnland) momentan gearbeitet wird. Die Whim-App ist gegenwärtig die einzige MaaS-App, die den Konsumenten in Helsinki und Antwerpen eine Wahl aus einer PAYG-Option und verschiedenen Abonnements ermöglicht (Jittapirom et al., 2017, S. 18).

Der MaaS-Provider von Whim ist ein privates Startup-Unternehmen namens MaaS Global, das in den meisten der genannten Städte den ÖPNV, Taxis, Mietwägen, BikeSharing sowie aktuell auch E-ScooterSharing in das MaaS-Angebot integriert (MaaS Global Oy, 2020a; Audouin und Finger, 2019, S. 9; Eckhardt et al., 2017, S. 4; König et al., 2016, S. 36). Neben den vorgestellten Kerneigenschaften von MaaS kann diese App auch historische Fahrtdaten nutzen und lässt sich mit dem persönlichen Kalender auf dem Smartphone synchronisieren, sodass die App die Präferenzen der Nutzer kennenlernt und entsprechende Fahrt- und Routenvorschläge im Voraus selbstständig unterbreiten kann (Eckhardt et al., 2017, S. 4f.; Goodall et al., 2017, S. 122; König et al., 2016, S. 20).

MaaS Global nutzt das vorgestellte Agenturmodell, indem das Unternehmen Transportkapazität der einzelnen Mobilitätsdienstleister in großen Mengen erwirbt und dabei auf der Basis bilateraler Vereinbarungen Mengenrabatte erhält (Hensher und Wong, 2020, S. 21; König et al., 2016, S. 36; Romanyuk, 2018, S. 69). Anschließend werden die erworbenen Mengen in Mobilitätspakete verpackt und je nach Abonnement ein Teil der Rabatte an die Konsumenten weitergegeben. Die Finanzierung dieses Modells ist durch die Vorauszahlung der Kunden möglich und basiert auf der

Annahme, dass durchschnittlich ein Teil der von den Endkunden erworbenen Konsummenge am Ende jedes Abonnementzyklus ungenutzt bleibt. Ein wichtiger Faktor für das erfolgreiche Angebot von Abonnements in Helsinki war hierbei der neugeschaffene sog. Finnish Transport Code, der sämtliche Transportdienstleister dazu verpflichtet, all ihre Daten für den MaaS-Provider offenzulegen und auch all ihre unterschiedlichen Tickets für den Wiederverkauf verfügbar zu machen (Audouin und Finger, 2019, S. 11f.). Zuvor war es für MaaS Global beispielsweise nur möglich, in Helsinki nicht subventionierte und damit teurere Einzeltickets des ÖPNVs weiterzuverkaufen. Im Rahmen von Abonnements, die eine unlimitierte ÖPNV-Nutzung ermöglichen, war dies ab 22 gebuchten Einzeltickets im Monat mit einer Unrentabilität für MaaS Global verbunden. Durch den Finnish Transport Code wurden dann auch subventionierte Saison- bzw. Monatskarten für den Wiederverkauf verfügbar, sodass die angebotenen Abonnements für MaaS Global profitabler ausgestaltet werden konnten. Einen weiteren Erfolgsfaktor für Whim und private MaaS-Anbieter allgemein stellen Skalen- und Netzwerkeffekte dar (Herrmann, 2018). Je mehr Kunden sich in der MaaS-App registrieren, desto besser wird die Verhandlungsposition von MaaS Global und günstigere Preise können ausgehandelt werden, was wiederum die Attraktivität des MaaS-Angebots für die Kunden und auch für weitere noch nicht integrierte Mobilitätsanbieter steigert.

Die Betrachtung der Erlösformen und Abonnementgestaltungen von Whim fokussiert das Angebot in Helsinki, da hier das MaaS-Angebot am weitesten fortgeschritten ist. Tabelle 5 listet die neben der PAYG-Option möglichen Abonnements auf.

	Whim Urban 30 59,70 € / 30 Tage	Whim Weekend 249 € / 30 Tage	Whim Unlimited 499 € / Monat	Whim to Go PAYG
ÖPNV	Flatrate 30 Tage	Flatrate 30 Tage	Flatrate 30 Tage	PAYG
BikeSharing	Flatrate (max. 30 min pro Fahrt)	Flatrate (max. 30 min pro Fahrt)	Flatrate (max. 30 min pro Fahrt)	PAYG oder Saisonticket
Taxi	4 x 5 km Fahrten (max. 10€)	15 % Rabatt (alle Fahrten)	80 Fahrten (max. 5 km)	PAYG
Mietwagen	49 € / Tag	Wochenend-Flatrate	Flatrate	PAYG
E-ScooterSharing	PAYG	PAYG	PAYG	PAYG

Tabelle 5: Whim Abonnements und PAYG-Option (Daten nach MaaS Global Oy, 2020c)

Bei Betrachtung der drei verfügbaren Abonnements ist auffällig, dass ÖPNV und BikeSharing jeweils als unlimitierte Flatrate angeboten werden. Die Flatrate für BikeSharing ist jedoch mit 30 verfügbaren Minuten begrenzt, sodass bei einer darüberhinausgehenden Nutzung zusätzlich noch der PAYG-Tarif fällig ist (MaaS Global Oy, 2020d). Bei Taxis findet entweder ein dreiteiliger Tarif mit einer fahrtbasierten und distanzbasierten Konsumgrenze oder ein zweiteiliger Tarif mit einem festgelegten

Rabatt Verwendung. Im Rahmen der Autovermietung zeigen sich mit einem festgelegten Preis pro Tag, einer Wochenend-Flatrate und einer allgemeinen Flatrate die größten Unterschiede zwischen den einzelnen Abonnements, während E-ScooterSharing als neuestes integriertes Verkehrsmittel zunächst nur auf PAYG-Basis angeboten wird (MaaS Global Oy, 2020e). Je mehr in ein Abonnement integriert ist, desto billiger sind die Kosten pro Fahrt, was durch die Flatrate für Mietwägen bei Whim Unlimited deutlich wird (Jittapirom et al., 2017, S. 19). Eine Analyse der Nutzung des Whim-Konzeptes in Helsinki zeigt, dass der ÖPNV das Rückgrat des Angebots bildet (95% aller Whim-Fahrten beinhalten den ÖPNV), aber auch BikeSharing v. a. vor und nach einer ÖPNV-Fahrt häufig genutzt wird, weshalb die 30-Minuten-Flatrate offenbar eine sinnvolle Lösung für die erste und letzte Meile einer Fahrt darstellt (Ramboll, 2019, S. 30f., S. 38f.). Weiterhin liegen die meisten BikeSharing- und Taxifahrten innerhalb der Konsumgrenzen und die integrierte Autovermietung stellt einen wichtigen Bestandteil bei der Verringerung des privaten Autobesitzes dar (Ramboll, 2019, S. 44–47).

In den anderen Städten und Regionen wird bisher nur in Antwerpen ein Abonnement angeboten, das mit dem Angebot Whim Urban 30 in Helsinki vergleichbar ist (MaaS Global Oy, 2020b). In den West Midlands und in Wien wird demgegenüber bisher nur die PAYG-Option angeboten (MaaS Global Oy, 2020f und 2020g). Die Entwicklung von Abonnements in Großbritannien wird durch viele konkurrierende Busunternehmen behindert, zwischen denen es eine sehr eingeschränkte Tarifintegration und hohe Markendifferenzierung gibt (Hensher und Wong, 2020, S. 5). In Wien dagegen sollen demnächst auch Abonnements wie in Helsinki und Antwerpen angeboten werden und es wurde nur zu Beginn des dortigen MaaS-Angebots darauf verzichtet (Ebner, 2019; Günnewig, 2019).

4.3 UbiGo

UbiGo ist ein MaaS-Angebot, das im Frühjahr 2019 in Stockholm (Schweden) wieder auf den Markt gebracht wurde (Pichler, 2019, S. 2f.; United Nations, 2020, S. 21). Es bringt den ÖPNV, CarSharing, Mietwägen und Taxis auf einer Plattform zusammen. Den MaaS-Provider stellt in diesem Fall eine öffentlich-private Partnerschaft zwischen dem privaten MaaS-Startup UbiGo, der privaten österreichischen IT-Firma Fluidtime, die als Data Provider agiert, und der öffentlichen Unterstützung durch die Stadt Stockholm und des regionalen ÖPNV-Anbieters dar (König et al., 2016, S. 37; Fluidtime, 2020; UTIP Event, 2020). Um Einnahmen zu generieren, nutzt UbiGo in erster Linie das Agenturmodell (Eckhardt et al., 2017, S. 7; König et al., 2016, S. 37; Flügge, 2017, S. 246). Bei einzelnen integrierten Mobilitätsanbietern findet auch das Handelsmodell mit Provisionen Anwendung (z. B. Taxi).

UbiGo wurde bereits von November 2013 bis April 2014 als eines der ersten MaaS-Pilotprojekte mit 200 Teilnehmern in Göteborg (Schweden) getestet und wissenschaftlich ausgewertet (Eckhardt et al., 2017, S. 7; Sochor et al., 2016, S. 58). Obwohl das MaaS-Angebot von den teilnehmenden Haushalten sehr positiv bewertet wurde, konnte es damals nicht fortgesetzt werden (Sochor et al., 2015, S. 9f.). Das lag vorrangig daran, dass mit dem Basiselement ÖPNV keine Gewinne eingefahren wurden, da die Tickets aufgrund von Subventionen nicht gewinnwirksam weiterverkauft werden konnten. Weiterhin wurden von den mit einer höheren Marge für UbiGo verbundenen CarSharing-Stunden zu wenig gebucht, sodass insgesamt zu geringe Erlöse generiert wurden. Aktuell lassen sich durch CarSharing zwar immer noch höhere Gewinne als durch den ÖPNV erzielen, die öffentliche Unterstützung macht es jedoch nun für UbiGo möglich, auch die ÖPNV-Tickets mit einer gewissen Marge weiterzuverkaufen (Pichler, 2019, S. 3).

Bei den Erlösformen konzentriert sich dieses MaaS-Angebot vorrangig auf monatliche Abonnements (Pichler, 2019, S. 2f.; United Nations, 2020, S. 21; UbiGo, 2020a; UbiGo, 2020b). Lediglich die Buchung und Bezahlung von Taxis und Mietwägen ist über die UbiGo-App ausschließlich auf PAYG-Basis möglich, während für die Nutzung von ÖPNV und CarSharing auf jeden Fall ein Abonnement mit dreiteiligem Tarif und Mindestkonsummenge abgeschlossen werden muss und zunächst keine PAYG-Option besteht. Das Einzigartige an einem UbiGo-Abonnement ist dabei, dass es vom Endkunden selbst flexibel und auf die individuellen Bedürfnisse zugeschnitten werden kann und dass eine Teilung der erworbenen Konsummengen mit dem gesamten Haushalt möglich ist. Des Weiteren besteht zum einen bei Überschreitung der selbstgewählten Konsumgrenze die Möglichkeit, das Angebot weiter auf PAYG-Basis zu nutzen (Top-Up-Option, dreiteiliger Tarif) und zum anderen, ungenutzte erworbene Mengen in den nächsten Monat zu übertragen (Roll-Over-Option), wenn die Verbrauchsgrenze nicht erreicht wird (Pichler, 2019, S. 3; United Nations, 2020, S. 21; UbiGo, 2020c; UbiGo, 2020d). Dies sorgt dafür, dass die Nutzer in ihren selbst gewählten Abonnementgrenzen nicht gefangen sind. Die Verbrauchsgrenzen werden beim ÖPNV mit Tagen und beim CarSharing mit Stunden jeweils zeitbasiert festgelegt, wobei die verfügbaren CarSharing-Stunden auch für die Autovermietung genutzt werden können (Pichler, 2019, S. 3).

UbiGo Monatsabonnements	
ÖPNV	CarSharing
10-Tage-Ticket (50,50 €)	3 Stunden (31,75 €)
20-Tage-Ticket (81,77 €)	6 Stunden (57,72 €)
30-Tage-Ticket (116,88 €)	12 Stunden (98,12 €)
40-Tage-Ticket (148,15 €)	18 Stunden (138,53 €)
	24 Stunden (173,16 €)
	30 Stunden (202,02 €)

Tabelle 6: UbiGo Monatsabonnements (Daten nach UbiGo, 2020c; UbiGo, 2020d), Preise in Euro

Bei den einzelnen Abonnementbestandteilen fällt auf, dass der Rabatt mit einer höheren Anzahl gebuchter Einheiten zunimmt (United Nations, 2020, S. 21; UbiGo, 2020c; UbiGo, 2020d). Da bisher allerdings nur ÖPNV und CarSharing (inkl. Autovermietung) innerhalb eines Abonnements genutzt werden können, ist die Zahl der integrierten Verkehrsmittel gering (UbiGo, 2020b; United Nations, 2020, S. 21).

Die Besonderheit der individuellen Abonnementgestaltung durch den Konsumenten birgt neben dem Vorteil der sehr großen Flexibilität die Gefahr, dass mögliche Nutzer von der Komplexität, ihre eigenen Verbrauchsgrenzen einzuschätzen, abgeschreckt werden (Hensher, 2017, S. 4). Das ebenso einzigartige MaaS-Angebot für gesamte Haushalte von UbiGo kann dagegen dazu beitragen, dass die Teilnahmebereitschaft steigt. Weiterhin kann dies auch die Verringerung der privaten Autonutzung beschleunigen, da Privatwagen im Regelfall von mehreren Personen in einem Haushalt genutzt werden (Reck et al., 2020, S. 10).

4.4 Mobil-Flat Augsburg

Die sog. Mobil-Flat ist ein MaaS-Angebot der Stadtwerke Augsburg (swa), die seit November 2019 den ÖPNV, bestehend aus Bus und Tram, sowie Car- und BikeSharing aus einer Hand anbieten (Stadtwerke Augsburg Holding GmbH, 2019). Im Unterschied zum Jelbi-Angebot in Berlin, das zunächst die PAYG-Herangehensweise gewählt hat, gibt es in Augsburg für die Nutzer die Möglichkeit, zwei unterschiedliche monatliche Abonnements abzuschließen (Valentin et al., 2020). Dies ist deswegen möglich, da mit den swa ein öffentliches Unternehmen den MaaS-Provider bildet, das bereits vorher alle integrierten Verkehrsmittel selbst angeboten hat und eigene Car- und BikeSharing-Flotten besitzt (Scheidl und Polaschek, 2019). Es findet daher ein Erlösverteilungsmodell Anwendung, indem die swa die MaaS-Tickets selbst verkauft und kein Wieder- bzw. Weiterverkauf stattfindet.

Die zwei angebotenen Monatsabonnements beinhalten jeweils eine unlimitierte Flatrate für den ÖPNV und analog zum Whim-Angebot eine auf 30 Minuten limitierte Flatrate für BikeSharing (Stadtwerke Augsburg Holding GmbH, 2020). Der Unterschied liegt in den festgesetzten Verbrauchsgrenzen (dreiteiliger Tarif) beim CarSharing, die jeweils zeitbasiert und beim kleineren Abonnement zusätzlich auch distanzbasiert gewählt sind (Tabelle 7). Bei Überschreitung der Konsumgrenzen kann das CarSharing-Angebot sowie die BikeSharing-Flatrate weiterhin zu den normalen Tarifen des Angebots auf PAYG-Basis genutzt werden (Top-Up-Option).

	Mobil-Flat S	Mobil-Flat M
ÖPNV	Flatrate nicht limitiert	Flatrate nicht limitiert
BikeSharing	Flatrate 30 min	Flatrate 30 min
CarSharing	15 Std. oder 150 km	30 Std. und keine km-Beschränkung

Tabelle 7: swa Mobil-Flat (Daten nach Stadtwerke Augsburg Holding GmbH, 2020).

Um die Angebote für die Kunden attraktiv zu gestalten, sind die beiden Abonnements günstiger als die möglichen Einzeltarife der integrierten Verkehrsmittel zusammen (Köhler, 2019). Das Ziel der swa ist es, mit der Mobil-Flat sowohl für den ÖPNV, der momentan noch jährlich Verluste einfährt, als auch für das CarSharing, das bereits jetzt Gewinne macht, neue Kunden zu gewinnen.

5 Zusammenfassung

Dieser Beitrag setzte sich durch eine systematische Literaturanalyse und eine praxisbezogene Fallstudienanalyse mit den Erlösmodellen von MaaS-Angeboten auseinander. Dazu wurden zunächst die Kerneigenschaften von MaaS sowie mit den Erlösquellen, Erlösformen und Preisgestaltungen die Bestandteile eines Erlösmodells erläutert, die wiederum gegenseitig voneinander abhängen und nun im Rahmen des Fazits auch zusammenhängend betrachtet werden.

Die systematische Literaturanalyse ergab, dass die Haupterlösquelle eines MaaS-Angebots der Verkauf von MaaS-Tickets bzw. die Buchung von Fahrten über die MaaS-Plattform durch die Konsumenten ist. Durch die zwei durchgeführten Analysen kann festgehalten werden, dass private MaaS-Provider-Unternehmen bevorzugt das Agenturmodell zur Erlösgenerierung anwenden und davon ausgehend die Erlösform des Abonnements als vorgefertigtes Mobilitätspaket präferieren, um nutzungsunabhängige Einnahmen zu generieren und die finanzielle Vorleistung auszugleichen. Die Ausgestaltung mit einem zwei- bzw. dreiteiligen Tarif oder einem Flatrate-Tarif ist mit monatlichen Handyverträgen vergleichbar. Zur Sicherstellung maßgeschneiderter Lösungen sollten unterschiedliche oder individuell zusammenstellbare Abonnementformen angeboten werden. Für den ÖPNV ist hierbei eine Flatrate relevant, da es sich um Massentransport handelt und diese Form durch ÖPNV-Monats- und Jahreskarten bereits vorhanden ist sowie von den Nutzern bevorzugt wird. Beim Bike- und E-Scooter-Sharing scheint eine auf 30 Minuten limitierte Flatrate die geeignetste Variante zu sein, da es sich dabei um ein passendes Transportmittel für die kürzeren Strecken der ersten und letzten Meile vor oder nach einer Fahrt mit dem ÖPNV handelt. Bei CarSharing und Taxis sind dagegen, wie die Fallstudienanalyse zeigt, gewisse kilometer- oder zeitbasierte Obergrenzen nötig, um einerseits dem Prinzip des Sharings gerecht zu werden und andererseits die Nachfrage bedienen zu können, ohne dass die Kosten für die Anbieter zu hoch werden. Generell ist diese Gestaltung des Erlösmodells bei einer zunächst eher kleineren Zahl an integrierten Mobilitätsdienstleistern geeignet, sodass die notwendige finanzielle Vorleistung für den MaaS-Provider nicht zu groß wird. Weiterhin ist diese Erlösform aufgrund der höheren Abdeckung eher auf urbane Gebiete zugeschnitten, sodass es für die Kunden möglich ist, das Angebot regelmäßig im Rahmen des Abos zu nutzen. Auch bei Anwendung des Erlösverteilungsmodells durch öffentliche oder private MaaS-Provider eignen sich Abonnements als Erlösform, da auch hier die gesamte Transportkapazität im Besitz

des MaaS-Providers ist und keine Verhandlungen mit anderen Mobilitätsanbietern nötig sowie eine freie Gestaltung der Abos möglich ist.

Im Gegensatz dazu ist die PAYG-Form eher zu Beginn eines MaaS-Projektes und bei starker Konkurrenz unter den Anbietern relevant, wie Whim in Großbritannien bzw. Wien und die Nutzerumfragen zeigen. Das Jelbi-Angebot in Berlin verdeutlicht jedoch, dass die PAYG-Lösung auch bei MaaS-Angeboten mit vielen unterschiedlichen Mobilitätsanbietern sinnvoll ist. Hierbei würde es sich als sehr komplex erweisen, geeignete Abonnements zu entwerfen, um jeden Anbieter mit einer Integration in ein Abo zufriedenzustellen und gleichzeitig die unterschiedlichen Kundenpräferenzen zu befriedigen. Als Erlösquelle eignet sich für die PAYG-Form insb. das von öffentlichen MaaS-Providern angewandte provisionsbasierte Handelsmodell. Für das Angebot von Abonnements wären aufgrund der partnerschaftlichen Ausgestaltung beim Provisionsmodell komplexe Verhandlungen mit den einzelnen Dienstleistern nötig, wie und in welchem Umfang die Anbieter in ein Abo integriert werden und wie die Einnahmen später aufgeteilt werden. Stattdessen erscheint es einfacher, wenn die Kunden für jede über die MaaS-Plattform gebuchte Fahrt direkt in PAYG-Form bezahlen und daraufhin eine Provision an den MaaS-Provider weitergeleitet wird.

Das Ziel bei der Gestaltung des Erlösmodells ist es, der Vision des MaaS-Konzepts gerecht zu werden und mit MaaS eine gleichwertige und wettbewerbsfähige Alternative zum privaten PKW-Besitz bereitzustellen. Wie diese Arbeit zeigt, sind dabei einerseits die Art und Finanzierung des MaaS-Provider-Unternehmens zu berücksichtigen, andererseits aber auch die regionalen und städtischen Gegebenheiten sowie die Kundenbedürfnisse und -präferenzen, um ihnen eine Mobilitätsalternative zur Verfügung zu stellen, die ähnlich unkompliziert und flexibel nutzen werden kann wie ein eigenes Auto. Dabei können sowohl flexible PAYG-Optionen als auch vorgefertigte Mobilitätspakete sinnvoll sein, wenn die Nutzer ihre Mobilitätsbedürfnisse bereits gut kennen und für den MaaS-Provider somit nutzungsabhängig Einnahmen generiert werden können.

5.1 Limitationen der Untersuchung

Die systematische Literaturanalyse verzichtete zugunsten einer größeren Menge an relevanter Literatur auf eine Filterung nach Publikationstyp, sodass auch Beiträge aufgenommen wurden, die den Peer-Review-Prozess nicht durchlaufen haben. Dadurch konnten allerdings auch sehr aktuelle Beiträge integriert werden. Die Fallstudienanalyse unterliegt mit vier betrachteten MaaS-Projekten einem relativ geringen Umfang, sodass weitere Projekte wissenschaftlich untersucht werden sollten, um Rückschlüsse auf geeignete Erlösmodell-Gestaltungen in unterschiedlichen Situationen zu erhalten. Weiterhin wurden auch die Auswirkungen und wirtschaftlichen Folgen der Covid-19-Pandemie auf MaaS-Angebote nicht näher untersucht.

5.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Aus den Ergebnissen sowie den Limitationen dieser Arbeit ergeben sich für die Zukunft weitere Forschungsfelder bzgl. der Erlösmodelle von MaaS-Angeboten. So ist es notwendig die Ergebnisse dieses Beitrags in Gesprächen mit Mobilitätsanbietern empirisch zu überprüfen und möglicherweise auch noch weitere Gestaltungsoptionen für das Erlösmodell eines MaaS-Angebotes herauszuarbeiten. Des Weiteren wäre interessant, weitere aktuelle bzw. zukünftige MaaS-Projekte, wie beim Jelbi-Projekt, wissenschaftlich zu begleiten. Abgesehen davon liegt ein weiteres Forschungsfeld auch in der grundsätzlichen Konzeption eines MaaS-Angebots hinsichtlich der Frage, ob bevorzugt alle Mobilitätsanbieter einer Stadt in MaaS integriert werden sollten, wie es beispielsweise beim öffentlich-geführten Jelbi-Projekt angestrebt wird oder eher eine ausgewählte und überschaubare Anzahl an Dienstleistern, wie es bei privaten Anbietern wie der Whim-Plattform zu beobachten ist. Zuletzt besteht ein weiteres unerforschtes Feld auf der Anbieterseite, das sich mit der Frage beschäftigt, wie die in dieser Arbeit herausgearbeiteten weiteren Erlösquellen effektiv genutzt und erschlossen werden können, um MaaS erfolgreich und langfristig anbieten zu können.

6 Literaturverzeichnis

- Aapaoja, A.; Eckhardt, J.; Nykänen, L.; Sochor, J. (2017): „MaaS service combinations for different geographical areas“. In: ITS World Congress 2017 Montreal“. Abgerufen am 26.05.2020 von <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/OA-MaaS-service-combinations.pdf>.
- Affenzeller, P. (2014): „Erlösmodell als Gestaltungselement bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen“. In: Granig, P.; Hartlieb, E.; Lercher, H. (Hrsg.) Innovationsstrategien - Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen. Wiesbaden, S. 137–146.
- Alonso-González, M. J.; Hoogendoorn-Lanser, S.; van Oort, N.; Cats, O.; Hoogendoorn, S. (2020): „Drivers and barriers in adopting Mobility as a Service (MaaS) – A latent class cluster analysis of attitudes.“ In: Transportation Research Part A: Policy and Practice. 132, S. 378–401.
- Arias-Molinares, D.; García-Palomares, J. (2020): „The Ws of MaaS - Understanding mobility as a service from a literature review“. In: IATSS Research. 44 (3), S. 253–263.
- Audouin, M.; Finger, M. (2019): „Empower or Thwart? - Insights from Vienna and Helsinki regarding the role of public authorities in the development of MaaS schemes“. In: Transportation Research Procedia. 41, S. 6–16.
- Bundesverband CarSharing (2020): „Branchen-Kennzahlen - Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland“. Abgerufen am 29.05.2020 von <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-daten-zum-carsharing-deutschland>.

- Caiati, V.; Rasouli, S.; Timmermans, H. (2020): „Bundling, pricing schemes and extra features preferences for mobility as a service: Sequential portfolio choice experiment”. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 131, S. 123–148.
- Cole, M. (2018): „Mobility as a Service - Putting Transit Front and Center of the Conversation, in: *Cubic Transportation Systems*”, S. 1–24. Abgerufen am 04.06.2020 von https://www.cubic.com/sites/default/files/Maas_Final_Whitepaper.pdf.
- Ebner, C. (2019): „Mobilitäts-App Whim wird bei VCÖ-Mobilitätspreis ausgezeichnet“. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://www.internetworld.at/technik/app/mobilitaets-app-whim-vcoe-mobilitaetspreis-ausgezeichnet-1773185.html>.
- Eckhardt, J.; Sochor, J.; Aapaoja, A. (2017): „Mobility as a Service business and operator models” In: *12th ITS European Congress, Strasbourg, France, 2017*. Abgerufen am 26.05.2020 von https://www.researchgate.net/profile/Aki_Aapaoja/publication/316243907_Mobility_as_a_Service_business_and_operator_models/links/5988099ca6fdcc756257c048/Mobility-as-a-Service-business-and-operator-models.pdf.
- Esztergar-Kiss, D.; Kerényi, T. (2020): „Creation of mobility packages based on the MaaS concept”. In: *Travel Behaviour and Society*. 21, S. 307–317.
- Fink, A. (2020): *Conducting Research Literature Reviews - From the Internet to Paper*, Thousand Oaks.
- Floemer, A. (2019): „Jelbi geht an den Start: Neue BVG-App verbindet Öffis, Taxis, Bike- und Ride-Sharing“. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://t3n.de/news/jelbi-bvg-app-verbindet-oeffis-taxi-bike-und-ride-sharing-zusammen-1169794/>.
- Flügge, B. (2017): „A New Service Paradigm”. In: Flügge, B. (Hrsg.) *Smart Mobility - Connecting Everyone, Trends, Concepts and Best Practices*. Wiesbaden, S. 243–253.
- Fluidtime (2020): „UbiGo und Fluidtime machen Haushalte in Schweden unabhängig von Autos“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://www.fluidtime.com/ubigo/>.
- Gassmann, O.; Frankenberger, K.; Csik, M. (2017): *Geschäftsmodelle entwickeln - 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator*. München.
- Goodall, W.; Fishman, T.; Bornstein, J.; Bonthron, B. (2017): „The rise of mobility as a service - Reshaping how urbanites get around”. In: *Deloitte Review*, 2017 (20), S. 112–129. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/consumer-business/deloitte-nl-cb-ths-rise-of-mobility-as-a-service.pdf>.

- Guidon, S.; Wicki, M.; Bernauer, T.; Axhausen, K. (2020): „Transportation service bundling – For whose benefit? Consumer valuation of pure bundling in the passenger transportation market”. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 131, S. 91–106.
- Günnewig, S. (2019): „Start in Wien für die Mobility as a Service-App Whim”. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://www.taxi-times.com/start-in-wien-fuer-die-mobility-as-a-service-app-whim/>.
- Heikkilä, S. (2014): „Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration”. Abgerufen am 27.06.2020 von <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/13133>.
- Hensher, D. (2017): „Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: are they likely to change?”. Abgerufen am 26.05.2020 von https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/17497/Thredbo_15_Thredbo_15_Paper_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Hensher, D.; Ho, C.; Reck, D. (2020): „Mobility as a Service and private car use: evidence from the Sydney MaaS trial”. Abgerufen am 23.06.2020 von <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/22492/ITLS-WP-20-12.pdf?sequence=1>.
- Hensher, D.; Wong, Y. (2020): „Pay-as-you-go or a subscription MaaS model: What are the stakes?”. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://imoveaustralia.com/wp-content/uploads/2020/04/Pay%E2%80%90as%E2%80%90you%E2%80%90go-or-a-subscription-MaaS-model-What-are-the-stakes-David-Hensher-and-Yale-Wong.pdf>.
- Herrmann, R. (2018): „Ein unabhängiger Makler für Mobilität“. Abgerufen am 07.07.2020 von <https://www.nzz.ch/schweiz/ein-unabhaengiger-makler-fuer-mobilitaet-ld.1383376>.
- Hietanen, S. (2014): „'Mobility as a service' - The new transport model?”. In: *Eurotransport*. 12 (2), S. 2–4.
- Hietanen, S.; Sahala, S. (2014): „Mobility as a Service Can it be even better than owning a car?”. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://www.itscanada.ca/files/MaaS%20Canada%20by%20Sampo%20Hietanen%20and%20Sami%20Sahala.pdf>.
- Ho, C.; Hensher, D.; Mulley, C.; Wong, Y. (2018): „Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study”. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 117, S. 302–318.
- Ho, C.; Mulley, C.; Hensher, D. (2020): „Public preferences for mobility as a service: Insights from stated preference surveys”. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 131, S. 70–90.
- Jelbi (2020a): „Jelbi-App”. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://www.jelbi.de/jelbi-app/>.

- Jelbi (2020b): „Jelbi-Partner“. Abgerufen am 05.07.2020 von <https://www.jelbi.de/mobilitaetspartner/>.
- Jelbi (2020c): „Jelbi FAQ“. Abgerufen am 05.07.2020 von <https://www.jelbi.de/faq-de/>.
- Jelbi (2020d): „Jelbi - Die Stationen“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.jelbi.de/jelbi-stationen/>.
- Jittrapirom, P.; Caiati, V.; Feneri, A.-M.; Ebrahimigharehbaghi, S.; González, M.; Narayan J. (2017): „Mobility as a Service - A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges“. In: UP (Urban Planning). 2 (2), S. 13–25.
- Kamargianni, M.; Li, W.; Matyas, M.; Schäfer, A. (2016): „A Critical Review of New Mobility Services for Urban Transport“. In: Transportation Research Procedia. 14, S. 3294–3303.
- Kamargianni, M.; Matyas, M. (2017): „The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service“. In: 96th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting Washington DC, 8-12 January 2017. Abgerufen am 26.05.2020 von https://28716f27-42ea-4260-ac26-48e00a153449.filesusr.com/ugd/16813a_d0a82eecee84408c84e4a919b987396e.pdf.
- Kiel, D. (2017): „What do we know about ‘Industry 4.0’ so far?“. In: Proceedings of the International Association for Management of Technology (IAMOT) Conference, Wien.
- Köhler, T. (2019): „Augsburg bietet bundesweit erste "Mobil-Flatrate" für den Nahverkehr“. Abgerufen am 11.07.2020 von <https://anwalt-innovativ.de/2019/11/augsburg-bietet-bundesweit-erste-mobil-flatrate-fuer-den-nahverkehr/>.
- König, D.; Eckhardt, J.; Aapaoja, A.; Sochor, J.; Karlsson, M. (2016): „Deliverable 3: Business and operator models for MaaS. MAASiFiE project funded by CEDR“. Abgerufen am 26.05.2020 von https://projectsites.vtt.fi/sites/maasifi/www.vtt.fi/sites/maasifi/PublishingImages/results/cedr_mobility_MAASiFiE_deliverable_3_revised_final.pdf.
- Korte, M. (2020): „Neue Plattform für geteilte Mobilität: MVG macht München zur Sharing-Metropole“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.mvg.de/ueber/presse-print/presse-meldungen/2020/februar/2020-02-13-MVG-Share-Trafi.html>.
- Krempl, S. (2019): „Jelbi: App von BVG und Trafi vereint Berliner Mobilitäts-Angebote“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Jelbi-App-von-BVG-und-Trafi-vereint-Berliner-Mobilitaets-Angebote-4444131.html>.
- Li, Y.; Voegelé, T. (2017): „Mobility as a Service (MaaS) - Challenges of Implementation and Policy Required“. In: JTTs (Journal of Transportation Technologies). 7, S. 95–106.

- Liljamo, T.; Liimatianen, H.; Pöllänen, M.; Utriainen, R. (2020): „People’s current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings”. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 136, S. 99–119.
- MaaS Alliance (2020): „What is MaaS?”. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/>.
- MaaS Global Oy (2020a): „All transport in one app”. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://whimapp.com/>.
- MaaS Global Oy (2020b): „All your journeys”. Abgerufen am 29.05.2020 von <https://whimapp.com/be-en/>.
- MaaS Global Oy (2020c): „Find your plan”. Abgerufen am 07.07.2020 von <https://whimapp.com/plans/>.
- MaaS Global Oy (2020d): „Whim Urban 30”. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://whimapp.com/plans/whim-urban-30/>.
- MaaS Global Oy (2020e): „Whim Weekend”. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://whimapp.com/plans/whim-weekend/>.
- MaaS Global Oy (2020f): „All your journeys”. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://whimapp.com/uk/>.
- MaaS Global Oy (2020g): „Whim dich durch Wien!“. Abgerufen am 08.07.2020 von <https://whimapp.com/at/>.
- Matyas, M. (2020): „Investigating Individual Preferences for New Mobility Services: the Case of ‘Mobility as a Service’ Products”. Abgerufen am 22.06.2020 von https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10091070/1/Matyas_000_Thesis.pdf.
- Matyas, M.; Kamargianni, M. (2018): „Exploring Individual Preferences for Mobility as a Service Plans: A Mixed Methods Approach”. Abgerufen am 22.04.2021 von https://28716f27-42ea-4260-ac26-48e00a153449.filesusr.com/ugd/a2135d_8b6eea7d27d34bec9ace375a8f549950.pdf.
- Matyas, M.; Kamargianni, M. (2019): „The potential of mobility as a service bundles as a mobility management tool”. In: *Transportation*. 46 (5), S. 1951–1968.
- Mobility inside (2020): „Mobility inside - alles einfach nutzen“. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://www.mobilityinside.de/default.aspx#mobility>.
- Moore, J. F. (1993): „Predators and prey: a new ecology of competition”. In: *Harvard Business Review*. 71 (3), S. 75–86.
- Murschetz, P. C. (2018): „Geschäfts- und Erlösmodelle in den Medien“. In: Moebius, S.; Nungesser, F.; Scherke, K. (Hrsg.) *Handbuch Kultursoziologie - Band 1: Begriffe - Kontexte - Perspektiven - Autor_innen*. Berlin u. a., S. 1–26.
- Osterwalder, A. (2004): *The Business Model Ontology - A Proposition in a Design Science Approach*. Lausanne.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011): *Business model generation - Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Frankfurt u. a.

- Petereit, D. (2020): „Trafı-App: München will alle Mobilitätsanbieter unter einen Hut bekommen“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://t3n.de/news/trafi-app-muenchen-alle-hut-1253581/>.
- Pichler, S. (2019): „MaaS of the Month: Enabling Smart Mobility in Stockholm - UbiGo a B2C MaaS solution powered by FluidHub“. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://maas-alliance.eu/wp-content/uploads/sites/7/2019/10/MaaS-of-the-Month-Fluidtime-final.pdf>.
- Polydoropoulou, A.; Pagoni, I.; Tsirimpa, A.; Roumboutsos, A.; Kamargianni, M.; Tsouros, I. (2020): „Prototype business models for Mobility-as-a-Service“. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 131, S. 149–162.
- Ramboll (2019): „WHIMPACT - Insights from the world’s first Mobility-as-a-Service (MaaS) system“. Abgerufen am 26.05.2020 von https://ramboll.com/-/media/files/rfi/publications/Ramboll_whimpact-2019.
- Reck, D.; Axhausen, K. (2019): „Understanding long-term multimodal mobility demand to inform MaaS service bundling“. In: *19th Swiss Transport Research Conference*. Abgerufen am 22.06.2020 von <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/342822/ab1426.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Reck, D.; Axhausen, K. (2020): „How much of which mode?“. In: *99th Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Abgerufen am 22.06.2020 von <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/371119/2/ab1445.pdf>.
- Reck, D.; Hensher, D.; Ho, C. (2020): „MaaS Bundle Design“. Abgerufen am 26.05.2020 von <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/21987/ITLS-WP-20-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Romanyuk, J. (2018): „Mobility as a Service - Hype or the Future of Transportation?“. Abgerufen am 22.06.2020 von https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/30675/master_Romanyuk_Julia_2018.pdf?sequence=1.
- Sakai, K. (2019): „MaaS trends and policy-level initiatives in the EU“. In: *IATSS Research*. 43, S. 207–209.
- Scheidl, V.; Polaschek, R. (2019): „Augsburg bekommt erste Mobilitäts-Flatrate Deutschlands“. Abgerufen am 11.07.2020 von <https://www.br.de/nachrichten/bayern/augsburg-bekommt-erste-mobilitaets-flatrate-deutschlands,RgOGjUZ>.
- Schikofsky, J.; Dannewald, T.; Kowald, M. (2020): „Exploring motivational mechanisms behind the intention to adopt mobility as a service (MaaS) - Insights from Germany“. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 131, S. 296–312.
- Sellstedt, M.; Sjöling, A. (2019): „Mobility-as-a-Service (MaaS) from a Transport Operator’s Perspective - Opportunities and challenges“. Abgerufen am

22.06.2020 von <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1371960/FULLTEXT01.pdf>.

- Smith, G.; Sochor, J.; Karlsson, M. (2017b): „Procuring Mobility as a Service: Exploring dialogues with potential bidders in West Sweden”. In: ITS World Congress 2017 Montreal. Abgerufen am 22.06.2020 von http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/249640/local_249640.pdf.
- Smith, G.; Sochor, J.; Karlsson, M. (2017a): „Mobility as a Service: Implications for future mainstream public transport”. Abgerufen am 26.05.2020 von https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/17513/Thredbo_15_Thredbo_15_Paper_146.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sochor, J.; Arby, H.; Karlsson, M.; Sarasini, S. (2017): „A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of societal goals”. In: ICo MaaS Proceedings. S. 187–208.
- Sochor, J.; Karlsson, I. C. M.; Strömberg, H (2016): „Trying Out Mobility as a Service - Experiences from a Field Trial and Implications for Understanding Demand”. In: Transportation Research Record. 2542, S. 57–64.
- Sochor, J.; Strömberg, H.; Karlsson, I. C. M. (2015): „Challenges In Integrating User, Commercial, And Societal Perspectives In An Innovative Mobility Service”. In: 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://pdfs.semanticscholar.org/9627/cf34564fb215e51d3571bf5f52a0d82754f3.pdf>.
- Stadtwerke Augsburg Holding GmbH (2019): „Alles fahren zum fixen Preis“. Abgerufen am 11.07.2020 von <https://www.sw-augsburg.de/ueber-uns/presse/detail/alles-fahren-zum-fixen-preis-die-mobil-flat-der-stadtwerke-augsburg-zwei-preis-pakete-fuer-79-und/>.
- Stadtwerke Augsburg Holding GmbH (2020): „Die swa Mobil-Flat“. Abgerufen am 11.07.2020 von <https://www.sw-augsburg.de/mobil-flat/>.
- Starke, W. (2019): „Berliner Mobilitäts-App Jelbi startet durch“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://mobilbranche.de/2019/09/berliner-mobilitaets-app-jelbi-startet-durch>.
- Stopka, U.; Pessier, R.; Günther, C. (2018): „Mobility as a Service (MaaS) Based on Intermodal Electronic Platforms in Public Transport”. In: Kurosu, M. (Hrsg.) Human-computer interaction - Interaction in context: 20th International Conference, HCI International 2018, Las Vegas. S. 419–439.
- Stüber, J. (2019): „BVG stellt neue Universal-App für Scooter, Carsharing und Bahnen vor“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.gruenderszene.de/automotive-mobility/2019-02-18-trafi-bvg-interview>.
- Trafi (2020): „One Stop Shop for Urban Mobility”. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.trafi.com/>.

- UbiGo (2020a): „Common questions“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://www.ubigo.me/en/common-questions>.
- UbiGo (2020b): „Mobility services for you and your family’s journeys, every day“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://www.ubigo.me/en/home>.
- UbiGo (2020c): „Station-based car pool“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://www.ubigo.me/en/services/carpool>.
- UbiGo (2020d): „SL public transportation“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://www.ubigo.me/en/services/public-transport>.
- United Nations (2020): „Transport trends and economics 2018-2019 - Mobility as a service“. Abgerufen am 26.05.2020 von https://un-ece.org/DAM/trans/main/wp5/publications/Mobility_as_a_Service_Transport_Trends_and_Economics_2018-2019.pdf.
- UTIP Event (2020): „In the Spotlight: MaaS in Stockholm“. Abgerufen am 09.07.2020 von <https://uitpsummit.org/in-the-spotlight-maas-in-stockholm/>.
- Valentin, P.; Daniels, M.; Walter, M. (2020): „Mobility as a Service: Germany’s First Mobility Flat Rate“. Abgerufen am 11.07.2020 von <https://www.simon-kucher.com/en/blog/mobility-service-germanys-first-mobility-flat-rate>.
- VGN (2020a): „Liniennetze“. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://www.vgn.de/netz-fahrplaene/liniennetze/>.
- VGN (2020b): „Natürlich ist der VGN auch digital unterwegs für Sie“. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://www.vgn.de/service/app/>.
- Weiß, E-M. (2019): „Jelbi startet: Berlin bekommt eine Mobilitäts-App“. Abgerufen am 06.07.2020 von <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Jelbi-startet-Berlin-bekommt-eine-Mobilitaets-App-4538015.html>.
- Wirtz, B. (2018): Business Model Management - Design - Instrumente - Erfolgsfaktoren von Geschäftsmodellen. Wiesbaden.
- Zerdick, A.; Picot, A.; Schrape, K.; Artope, A.; Goldhammer, K.; Heger, D.; Lange, U.; Vierkant, E.; Lopez-Escobar, E.; Silverstone, R. (2001): Die Internet-Ökonomie - Strategien für die digitale Wirtschaft. Berlin.
- zu Knyphausen-Aufseß, D.; van Hettinga, E.; Harren, H.; Franke, T. (2011): „Das Erlösmodell als Teilkomponente des Geschäftsmodells“. In: Bieger, T.; zu Knyphausen-Aufseß, D.; Krys, C. (Hrsg.) Innovative Geschäftsmodelle. Berlin u. a., S. 163–184.

Führung auf Distanz

Thomas Batz

DHBW Heilbronn, Bildungscampus 4, 74076 Heilbronn, thomas.batz@heilbronn.dhb.de

1. Einleitung.....	72
2. Führung auf Distanz – aktuelle Entwicklungen	72
3. Fazit	76
4. Literaturverzeichnis	76

Abstract:

Der Anspruch an Führung auf Distanz ist enorm hoch und entsprechend entsteht ein großer Schulungs- und Umstellungsbedarf für Führungskräfte sowie ein großer Bedarf an Optimierungen im Hinblick auf Infrastruktur und Technik. Aber diese Investitionen erscheinen unverzichtbar.

Keywords: Personalführung, Führung auf Distanz, New Work.

1. Einleitung

Nicht zuletzt aufgrund der aktuellen Situation ist es mittlerweile eine anerkannte Tatsache, dass Führung auf Distanz ein wichtiges Element der modernen Arbeitswelt ist und bleiben wird. Der Anspruch an Führung auf Distanz ist dabei hoch woraus jedoch ein großer Schulungs- und Umstellungsbedarf für Führungskräfte sowie ein hoher Anspruch bezüglich Infrastruktur und Technik entstehen.

2. Führung auf Distanz – aktuelle Entwicklungen

In einer mobilen Welt spielen Arbeitsbeziehungen auf Distanz zwangsläufig eine große Rolle. Denn Mobilität bedeutet ja auch, dass Arbeit nicht zwangsläufig an einen Ort gebunden sein muss. Aber Distanzen sind häufig die Ursache für Missverständnisse und Probleme, insbesondere wenn es um wichtige Entscheidungen mit großer Tragweite und möglicherweise unter Zeitdruck handelt. Solche Entscheidungen sind aber typisch in Führungssituationen.

Was bedeutet aber denn nun der Begriff Führung? Für den Begriff Personalführung gibt es eine Vielzahl von Definitionen. Aber in fast allen Definitionen finden sich die nachfolgenden Elemente. Sobald Aufgaben in Form einer Arbeitsteilung erledigt werden müssen, ist Führung unverzichtbar, mit Hilfe von Führung sollen Werte, Ziele und Ergebnisse realisiert werden und im Rahmen der Führung wird eine oder werden mehrere Personen bevollmächtigt, Mitarbeitern im Rahmen ihrer Aufgabe Weisungen zu erteilen (z. B. Nissen 2021).

Es handelt sich somit um eine zentrale und erfolgskritische Aufgabe in jedem Unternehmen, die nun durch die aktuellen Entwicklungen im besonderen Maße im Fokus steht. Deshalb macht es sehr viel Sinn über Führung auf Distanz nachzudenken. Gerade aber nicht nur im Hinblick auf die Corona Krise und ihre Auswirkungen auf die Arbeitswelt.

Blicken wir zurück auf das Frühjahr 2020. Urplötzlich veränderte ein bis dahin vielleicht unterschätztes Virus das Leben in Deutschland vollständig. Aber zu dieser Zeit empfanden viele Verantwortliche Führung auf Distanz als notwendiges Übel und als durch Corona ausgelöst und nur vorübergehenden Zustand. Diesen Zustand galt es eher auszuhalten als zu gestalten. Eine klare Lösung. Entsprechend fehlte es an der Akzeptanz, dem gegenseitigen Vertrauen und an der Gestaltung der erforderlichen Rahmenbedingungen.

Mittlerweile wurde verstanden, dass Führung auf Distanz ein wichtiges Element der modernen Arbeitswelt ist und bleiben wird. Sei es, weil Teammitglieder international verteilt sind, um Arbeit flexibler zu gestalten, um Büroflächen optimal zu nutzen oder als Instrument des Personalrecruiting im war for talents. Oder ganz einfach, weil wir in einer mobilen Welt leben. Die Akzeptanz ist seitdem extrem gestiegen.

Entsprechend werden heute konsequent Rahmenbedingungen geschaffen wie zum Beispiel bei den relevanten Prozessen, der Technik und der dringend erforderlichen Schulung der Führungskräfte. Führung auf Distanz ist immer noch eine große Herausforderung. Hier ist schon viel passiert im letzten Jahr, aber es bleibt noch viel zu tun.

Extrem wichtig, besonders bei der Führung auf Distanz, ist der Faktor Mensch. Das bedeutet, dass die Führungskraft ein Vertrauensverhältnis aufbauen muss, ohne im Rahmen von persönlichen Treffen Nähe aufbauen zu können. Bei der Führung auf Distanz steht vielmehr Empathie und damit die Fähigkeit ein Gefühl für die Sorgen und Nöte der Mitarbeiter im Vordergrund. Zudem müssen Führungskräfte lernen sehr genau zuzuhören und den Meinungs austausch am Laufen zu halten, selbst wenn persönlich Treffen nicht erfolgen können.

Wichtig ist auch mit den digitalen Instrumenten zum Beispiel zur Leistungsmessung umgehen zu können, ohne dabei nur zu kontrollieren. Diese Instrumente dienen nämlich auch dazu, Mitarbeiter vor einer Überarbeitung zu bewahren. Und das kann im Homeoffice ganz schnell passieren.

Letztlich steht die Führungskraft selbst vor der Herausforderung, dass alle Erfahrungen, die gesammelt wurden, plötzlich nicht mehr uneingeschränkt zählen. Die Rahmenbedingungen sind mit einem Schlag ganz neu und ungewohnt. Das setzt Führungskräfte unter Druck und die Gefahr besteht, dass diese den Druck weitergeben. Oder eine Flut von vielleicht übertriebenen Regeln einführen, um wieder die vermeintlich verlorene Kontrolle wiederzufinden.

Deshalb sind zwei Dinge wichtig. Hochrangige Führungskräfte müssen die Ihnen zugeordneten Führungskräfte zumindest in der Startphase der Führung auf Distanz im besonderen Maße unterstützen. Und zum anderen es ist es entscheidend sich in Trainings und Schulungen weiterzuentwickeln und zu lernen, sich in der neuen Welt sicher zu bewegen. Auch Führung unterliegt der digitalen Transformation.

Das Thema Führung auf Distanz ist von großer Bedeutung und wird entsprechend in zahlreichen Studien und Veröffentlichungen bedacht. Das Thema hat durch Corona eine Art Renaissance erlebt, denn nun wurde Führung unausweichlich um die Distanzkomponente erweitert. Es gibt schlicht keine Alternative. Vorher hat man das zu vermeiden versucht oder als Ausnahmefall deklariert. Im Klartext: wir werden durch Corona gezwungen den Weg der Führung auf Distanz zu beschreiten. Homeoffice ist das neue normal. Und auch nach Corona wird das Rad nicht mehr zurückgedreht.

Das Thema ist aber nicht neu, wie die Beiträge von Herrmann et al. (2006) und Hertel/Lauer (2012) zeigen. Verschiedene ältere Studien zeigen jedoch, dass vielfach die notwendigen Voraussetzungen nicht gegeben waren (Strukturen und Technik), Führungskräften (zumindest teilweise) die digitale Kompetenz nicht zutraute und zu den

Mitarbeitern kein Vertrauen hatte. Entsprechend war das Zutrauen in Führung auf Distanz stark eingeschränkt.

Aktuelle Studien belegen, dass viele Herausforderungen noch nicht umfassend gemeistert wurden, aber es wurden deutliche Verbesserungen erzielt. Entsprechend ist die Bedeutung von Führung auf Distanz sehr viel deutlicher geworden, die Grundeinstellung wurde deutlich positiver.

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und der Deutsche Gesellschaft für Personalführung e.V. (DGFP) aus dem Jahr 2020 untersucht virtuelle Arbeitsformen in der Corona-Pandemie mit Hilfe einer Befragung von über 500 Unternehmen (Hofmann et al., 2020). Dabei stehen technische, kulturelle und führungsrelevanten Voraussetzungen im Fokus.

Festgestellt werden konnte, dass sich eine enorme Geschwindigkeit im Hinblick auf die Digitalisierung der Arbeitswelt in einem Ausmaß ergibt, die für unmöglich gehalten wurde. Auch wenn weiterhin Defizite im Hinblick auf Technik und Prozesse bestehen und ein enormer Schulungsbedarf für Führungskräfte in Bezug auf Online Schulungen besteht, stellten 47 Prozent der Befragten fest, dass Führungskräfte Vorbehalte klar abgebaut haben und eine zunehmende Offenheit besteht.

Eine deutschlandweite Befragung von 106 Experten von Banken und Versicherungen durch das Forschungs- und Beratungsinstitut Organomics aus Köln von Dezember 2020 zeigt, dass nahezu zwei Drittel der Führungskräfte Homeoffice und Führung auf Distanz als Erfolg bewerten (Organomics, 2021). Allerdings empfinden circa 50% der Führungskräfte Führung auf Distanz als große Herausforderung. Dies bestätigte auch eine Studie der Leuphana Universität Lüneburg aus dem Jahr 2015.

Der Aufbau von Vertrauen und eine wertschätzende Zusammenarbeit sind von elementarer Bedeutung. Zudem sind geeignete Strukturen und technische Voraussetzungen zum Beispiel zur Leistungskontrolle relevant. Ergebnisorientierte Führung muss im Vordergrund stehen. Aber auch hier besteht Schulungsbedarf von Führungskräften, sie benötigen diese Unterstützung. Der Hernstein Management Report zum Thema „Führen auf Distanz – Virtuelle Teams“ belegt, dass zahlreichen Führungskräften hier schlicht die Erfahrung fehlt.

Aber Führungskräfte müssen diese Erfahrungen nun zeitnah gewinnen, den Manager von gestern werden sich wahrscheinlich in der Arbeitswelt von heute und morgen nicht mehr orientieren und erfolgreich sein können. Charismatische Führung passt nur sehr schwer in eine dezentrale Führung online. Management-Coach Petra Bernatzeder verweist auf die im Vergleich zur Führung vor Ort deutlich höhere erforderliche emotionale und soziale Kompetenz von Führungskräften (Bernatzeder, 2020). „Der menschliche Faktor bleibt die größte Hürde für globale virtuelle Teams.“ Dieses (wörtliche) Zitat der Studie Trends in High-Performing: Global Virtual Teams aus

dem Jahr 2018 von Konica Minolta verdeutlicht die Herausforderung, eine gute Beziehung zwischen Führungskräften und Mitarbeitern aufzubauen (Konica Minolta, 2021).

Auch eine aktuelle Studie des Leibniz-Instituts für Wissensmedien betont das im besonderen Maße bei der Online Führung erforderliche Verantwortungsgefühl von Führungskräften (Wirtschaftspsychologie aktuell, 2021).

Corona brachte sehr viele gravierende Nachteile mit sich. Unzählige Menschen verloren ihr Leben, Millionen wurden teils sehr schwer krank, zahlreiche Unternehmen gingen in die Insolvenz, Grundfreiheiten mussten eingeschränkt werden, um das schlimmste zu verhindern. Eine menschliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Katastrophe. Aber Corona hat auch dazu geführt, dass starre und scheinbar unveränderliche Einstellungen zum Thema Arbeitswelt überdacht werden mussten. „Homeoffice? Da arbeiten meine Mitarbeiter ja nichts!“ War gerade noch nicht an Homeoffice zu denken, ist Homeoffice nun das neue Normal. Und Homeoffice wird weiter ein wichtiges Element der Arbeitswelt bleiben.

Wahrscheinlich werden hybride und agile Organisationsformen zukünftig dominieren. Wichtig wird dabei die umfassende Berücksichtigung eines agilen Mindsets sein, wodurch Ansätze wie Führung auf Distanz überhaupt erst möglich werden. Managementphilosophien wie zum Beispiel Kaizen berücksichtigen diese Aspekte schon lange.

Zum agilen Mindset gehören zentralen Forderungen wie Motivation, Vertrauen und Verantwortung, Think Different (in einem sehr positiven Sinne), selbstorganisierende Teams und gelebt Community und Diversity (Scheller, 2017, S. 108). Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden Organisationen dominieren, in denen starre Grenzen verschwimmen und sich Menschen dem schon seit 1984 propagierten Begriff „New Work“ nähern können. Der Begriff „New Work“ wurde von dem amerikanischen Professor Frithjof Bergmann (2019) geprägt. Er verstand das übliche Arbeitssystem als „Knechtschaft“ und als für viele sinnlose Verschwendung von Lebenszeit, dass so nicht weitergehen dürfte. Seine zentrale These ist: Der Mensch soll sich aus dieser unbefriedigenden Situation befreien. Bergmann vertritt im Rahmen der New Work die wichtigen Aspekte: Freiheit, Selbstverwirklichung und Selbstständigkeit. Konkrete Themenstellungen sind dabei Arbeitszeitflexibilisierung (u. a. Teilzeit), Arbeitsortflexibilisierung (u. a. Home Office), generelle Flexibilisierung (z. B. agile Strukturen) und kollaboratives Arbeiten (u.a. Networking) (Tandemploy, 2019). New Work stellt die unverzichtbare Basis für die Digitalisierung von Arbeitsabläufen dar, erbringt Wettbewerbsvorteile durch Wissenstransfer und Skill Management und sorgt dafür, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter glücklicher und produktiver werden (Tandemploy, 2019). In der Konsequenz glaubt Bergmann, „New Work ist die Arbeit, die ein Mensch wirklich will“.

Um diese interessante Vision aber umsetzen und in diesem Zusammenhang auch Führung auf Distanz zu einem Erfolgsfaktor entwickeln zu können, ist digitale und agile Führungskompetenz und damit Digital & Agile Leadership erforderlich. Aber der damit verbundene Anspruch ist hoch. Führungskräfte werden in einem digitalen und agilen Umfeld mit umfassend veränderten Rahmenbedingungen konfrontiert. So wird ein neues Führungsverständnis ausgelöst und neue Führungshaltung erforderlich, wodurch neue Führungsprinzipien und Führungsrollen relevant werden (Rutz, 2017). Um diesen hohen Anspruch umsetzen zu können, ist es wichtig das Führungskräfte durch Vorbild und auf Augenhöhe führen, Rahmenbedingungen und Infrastrukturen schaffen, Entscheidungen in dezentralen und selbstorganisierten Teams eigenverantwortlich getroffen werden und Mitarbeiter Stärkenorientiert gefördert werden (Rutz, 2017). Führung ist immer anspruchsvoll, aber beim agilen und digitalen Leadership steigt dieser Anspruch nochmals deutlich an. Konkret müssen Führungskräfte über unternehmerisches Denken, exzellente Kommunikationsfähigkeit, konsequente Kunden- und Mitarbeiterorientierung sowie interkulturelle und Führungskompetenz verfügen, Führungskräfte sollten Teamfähig und flexibel sein sowie agile und digitale Kenntnis agiler Arbeits- und Management-Methoden kennen und berücksichtigen (Rutz, 2017).

3. Fazit

Zusammengefasst wird deutlich, dass der Anspruch an Führung auf Distanz enorm hoch ist, entsprechend entsteht ein großer Schulungs- und Umstellungsbedarf für Führungskräfte sowie ein großer Bedarf an Optimierungen im Hinblick auf Infrastruktur und Technik. Aber diese Investitionen erscheinen unverzichtbar. Wer jetzt zögert und zaudert, wer jetzt versucht das Rad der Entwicklung zurückzudrehen, wird erhebliche Wettbewerbsnachteile erleiden. Einerseits kann der Wirkungsgrad eines Unternehmens nicht optimal sein, wenn die Potentiale der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht ausgeschöpft werden. Andererseits wissen Fachkräfte sowie die sogenannten High Potentials sehr genau um ihren Wert auf dem Arbeitsmarkt und werden sich für Arbeitgeber entscheiden, die die gewünschten Arbeitswelten auch ermöglichen. Auch wenn es das Unwort des Jahres 2010 war und eine sehr exponierte Politikerin für die Verwendung dieses Begriffs vielfach kritisiert wurde... Aber dieser Weg ist sicher alternativlos.

4. Literaturverzeichnis

- Bergmann, F. (2019): *New work, new culture: Work we want and a culture that strengthens us*, Washington.
- Bernatzeder, P. (2020): *Virtuelle Führung – mit und ohne Abstand?*, in: *Digitale Welt*, Ausgabe 03/2020, S. 7.
- Herrmann, D./Hüneke, K./Rohrberg, A. (2006): *Führung auf Distanz. Mit virtuellen Teams zum Erfolg*, Wiesbaden.

- Hertel G./Lauer L. (2012): Führung auf Distanz und E-Leadership – die Zukunft der Führung?, in: Grote, S. (Hrsg.): Die Zukunft der Führung, Berlin, S. 103–118.
- Hofmann, J./Piele, A./Piele, C. (2020): Arbeiten in der Corona-Pandemie – Auf dem Weg zum New Normal. Abgerufen von http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-5934454.pdf.
- Konica Minolta (2021): 7 Tipps für virtuelles Teamwork und digitale Führung. Abgerufen von <https://www.konicaminolta.de/de-de/blog/virtuelle-teams-erfolgreich-fuehren>.
- Nissen, R. (2021): Personalführung. Abgerufen von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/personalfuehrung-42698>.
- Organomics (2021): Finanzdienstleister erkennen Chancen und Risiken des Homeoffice. Abgerufen von <https://www.organomics.de/2021/01/12/studie-fuehrung-auf-distanz/>.
- Rutz, B. (2017): Agile Leadership: Was agile Führung ausmacht. Abgerufen von https://www.haufe.de/personal/hr-management/fuehrungsmodelle-agil-fuehren-lernen_80_212704.html.
- Scheller, T. (2017): Auf dem Weg zur agilen Organisation: Wie Sie Ihr Unternehmen dynamischer, flexibler und leistungsfähiger gestalten, München.
- Tandemploy (2019): Was ist New Work? Buzzword oder Chance?. Abgerufen von <https://www.tandemploy.com/de/blog/buzzword-oder-chance-new-work-in-unternehmen/>.
- Wirtschaftspsychologie aktuell (2021): Führungskräfte auf Distanz. Abgerufen von <https://www.wirtschaftspsychologie-aktuell.de/magazin/fuehrungskraefte-auf-distanz/10/>.

Protokolle der Application Layer im industriellen Internet der Dinge

Elena Balzert

Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Konrad-Zuse-Straße 2, 97421 Schweinfurt, elena.balzert@student.fhws.de

Alexander Dobhan

Professor für Business Process Management and Business Application, Leiter ERP-Labor, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Konrad-Zuse-Straße 2, 97421 Schweinfurt, alexander.dobhan@fhws.de

1	Einleitung.....	80
2	Literaturanalyse	82
3	Untersuchung.....	91
4	Zusammenfassung und Fazit	107
5	Literaturverzeichnis	108

Abstract:

Die zentrale Idee des Internet of Things (IoT) ist die digitale Vernetzung und der damit einhergehende Informationsfluss zwischen unterschiedlichen Objekten. Der Informationsaustausch wird mit Hilfe von entsprechenden Protokollen realisiert. Ziel der Untersuchung ist eine Analyse des betrieblichen Entscheidungsprozesses zur Protokollauswahl auf der Application Layer sowie die Identifikation und Beschreibung der zu berücksichtigenden Entscheidungsparameter. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Experteninterviews durchgeführt und im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Zentrales Ergebnis aus dieser Untersuchung ist eine Übersicht über Entscheidungsparameter zur Protokollauswahl in Abhängigkeit vom Anwendungskontext.

JEL Classification: O3

Keywords: IoT-Architektur, Application Layer, Protokolle, Protokollauswahl, Entscheidungsparameter.

1 Einleitung

Mit der Idee des Internet der Dinge (IoT) geht eine steigende Bedeutung der Vernetzung von Systemen und Geräten einher. Zur Veranschaulichung der Vernetzung und zur Darstellung der IoT-Architektur werden in der Regel Referenzmodelle oder Referenzarchitekturen mit mehreren Schichten verwendet (z.B. Atzori *et al.* (2010), Khan *et al.* (2012) und Guth *et al.* (2016)). Die Sensorik und die Maschine stellen dabei das eine Ende der Architektur dar, die Geschäftsprozesse und deren Automatisierung in Geschäftsapplikationen das andere. Nachfolgende Abbildung bezieht sich beispielsweise auf die Fünf-Schicht-Referenzarchitektur nach Khan *et al.* (2012).

Business Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ System Management ✓ Geschäftsmodelle ✓ Geschäftsprozessmodelle
Application Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anwendungssoftware (z.B. Business Apps oder andere Geschäftssoftware, wie ERP-System oder BI-Tools)
Middleware Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrationskonzepte ✓ Datenbanken ✓ Architekturen und Plattformen
Network Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Übermittlungsprotokolle (wie z.B. http, LTE, 5G, etc.) ✓ Kommunikationsinfrastruktur
Perception Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensoren ✓ Physische Objekte

Abbildung 1: IoT-Referenzarchitektur (eigene Darstellung in Anlehnung Khan *et al.* (2012))

Die Schicht der Geschäftsapplikationen wird auch als Application Layer bezeichnet, die Sensorik-Ebene als Perception Layer. Vernetzung kann ebenenübergreifend aber auch innerhalb einer Ebene erfolgen. Werden Sensordaten innerhalb von Unternehmen genutzt, geschieht dies häufig ebenenübergreifend. Werden Geschäftsprozesse vollständig automatisiert, ist zudem eine Vernetzung zwischen Systemen der Application Layer notwendig. Da die digitale Integration der Sensordaten in Geschäftsprozessen vor allem auf der Application Layer (ERP, MES etc.) stattfindet, liegt der Fokus dieser Arbeit auf der Application Layer mit der Vernetzung von Elementen untereinander und mit Elementen anderen Ebenen. Damit wird diese Arbeit auch der zunehmenden Bedeutung dieser Thematik gerecht: Die Veröffentlichungen zum Suchbegriff „IoT protocol Application Layer“ steigen von Jahr zu Jahr an. Im Jahr 2016 waren es 11.000 Publikationen und im Jahr 2019 bereits 29.200 Veröffentlichungen (Google Scholar, Stand: 06.10.2020).

Für die Vernetzung und damit den Datenaustausch sind Protokolle notwendig (Wendzel, 2018, S. 26). Als wichtigste Protokolle der Application Layer gelten CoAP, XMPP, REST, MQTT, WebSocket, AMQP und DDS. (Elhadi *et al.*, 2018; Sethi und Sarangi, 2017; Al-Fuqaha *et al.*, 2015) Elhadi *et al.* (2018) haben den wichtigsten Protokollen der Application Layer Anwendungen zugeordnet, bspw. kann MQTT für eine Erweiterung der Enterprise Messaging-Systeme auf IoT-Anwendungen ausgewählt und eingesetzt werden. Auf Grund der zahlreichen Protokollalternativen werden in der Literatur auch fehlende Standards in Bezug auf IoT-Infrastrukturen genannt und gemeinsame Standards von Unternehmen gefordert (Salazar Ch. *et al.*, 2018). Darüber hinaus tragen Entscheidungsparameter zur Auswahl des richtigen Protokolls bei. Das führt zu einem Forschungsbedarf, welcher in der nachfolgenden Forschungsfrage beschrieben ist:

Wie muss ein Entscheidungsprozess für Protokolle der Application Layer bei der digitalen Integration von Sensordaten in eine Anwendung im betrieblichen Umfeld von systemanwendenden und systembereitstellenden Unternehmen konzipiert sein und welche Entscheidungsparameter sind zu berücksichtigen?

Hieraus ergeben sich drei Forschungsziele:

- Gegenüberstellung unterschiedlicher IoT-Referenzmodelle der Application Layer zur digitalen Integration von Sensordaten in ein System.
- Übersicht der Möglichkeiten zum Nachrichtenaustausch auf und mit der Application Layer zur digitalen Integration von Sensordaten in ein System.
- Beschreibung von Entscheidungsparametern und deren Bedeutung für die Anwendung von Protokollen der Application Layer für die digitale Integration von Sensordaten in ein System.

Die Forschungsziele 1 und 2 können im Zuge der Literaturanalyse in Abschnitt 2 weitgehend beantwortet werden. Für das dritte Forschungsziel, der Untersuchung des Entscheidungsprozesses zur Protokollauswahl, existieren bislang dagegen nur wenig Vorarbeiten. Entsprechend fordern Elhadi *et al.* (2018) zu diesem Thema auch weitere Untersuchungen. Zur Erfüllung des dritten Forschungsziels soll ein Entscheidungsmodell zur Protokollauswahl geschaffen werden. Deshalb wird eine Untersuchung mit Hilfe von Experteninterviews durchgeführt. Diese sind für die Analyse des Entscheidungsprozesses (Prozesswissen) geeignet. (Bogner *et al.*, 2014, S. 18) Die Experten sind sowohl in Unternehmen tätig, die Technologie zur Vernetzung anbieten, als auch solchen die diese zur Nutzung von Sensordaten anwenden.

Zu Beginn dieses Beitrags wird in Abschnitt 2 eine Literaturanalyse beschrieben und so der theoretische Hintergrund erläutert. Die Eingrenzung des Themas ist die Grundlage für das Forschungsdesign in Kapitel 3. Im weiteren Verlauf wird die Durchfüh-

rung der Experteninterviews mit der Vorstellung der Experten beschrieben und analysiert. Eine Auswertung und Interpretation der Ergebnisse aus den Experteninterviews werden in Kapitel 4 veranschaulicht. Kapitel 5 schließt die Untersuchung mit einer Zusammenfassung und einem Fazit ab.

2 Literaturanalyse

Die Literaturanalyse bezieht sich auf wissenschaftliche Beiträge (Journals und Konferenzbeiträge), die Ergebnisse einer Literaturrecherche mit Google Scholar und ScienceDirect waren. Die Suchergebnisse wurden auf IEEE-, Elsevier- und Springer-Veröffentlichungen ab 2015 eingegrenzt. Zur Suche wurden folgende Schlagwörter genutzt: IoT Internet of Things, IoT reference model, Internet of Things reference model, Application Layer reference model, Reference model classification, Application Layer protocols.

Als Ergebnis wurden insgesamt 49 für die Forschungsfrage relevante Titel untersucht, mit dem Ziel, Literatur entsprechend der Forschungsfrage und Forschungsziele zu ermitteln. Die gefundene Literatur befasst sich, mit einigen Ausnahmen, mit „IoT-Referenzmodellen“ und zusätzlich „IoT-Protokollen“. Eine Übersicht über die Literatur findet sich in der Tabelle oben. Neben den Protokollen und den Referenzmodellen, wurden dabei auch noch Quellen berücksichtigt, die sich auf die Middleware an die Application Layer angrenzende Schicht beziehen. Außerdem wurde erfasst, welche Quellen Entscheidungsparameter allgemein und zu den Protokollen im Speziellen berücksichtigen. Insgesamt erfolgt aber dennoch in der Analyse eine starke Fokussierung auf die Protokolle innerhalb von IoT-Architekturen.

Abbildung 2 zeigt eine Zuordnung von Protokollen zu den einzelnen Schichten. Jedes einzelne Protokoll weist verschiedene Eigenschaften auf, die anwendungsorientiert ausgewählt werden können. (Elhadi *et al.*, 2018) Eine Zuordnung der Protokolle zu den Schichten unternehmen ebenfalls Al-Fuqaha *et al.* (2015) und Sethi und Sarangi (2017) in ihren Beiträgen. Die Ergebnisse aus diesen Beiträgen stimmen mit den Ergebnissen von Elhadi *et al.* (2018) überein. Tabelle 2 enthält die Protokolle der Application Layer. Diese dient als Grundlage für ein mögliches Entscheidungsmodell, aber auch für die Untersuchung des Entscheidungsprozesses zur Protokollauswahl in der Praxis. (siehe auch Al-Fuqaha *et al.* (2015))

Nr.	Artikel	Protokoll als Teil von IoT Referenzmodellen				Entscheidungsparameter bei IoT Anwendungen von Referenzmodellen				
		IoT-Protokolle				IoT- Architekturen				
		Protokoll- arten	Protokollei- genschaften	Auswahl- kriterien	Anforde- rungen	Referenz- modell	Entscheidungs- parameter			
1	Al-Fuqaha et al. (2015)	x	x					x		
2	Atzori et al. (2010)	x	x	x				x		
3	Bandyopadhyay et al. (2011)							x		
4	Becker et al. (2007)							x		
5	Cereda und Neto (2017)							x		
6	Chaqfeh und Mohamed (2017)							x		
7	Cruz et al. (2018)	x	x					x		
8	Diaz et al. (2005)	x						x		
9	Farahzadi et al. (2018)							x		
10	Fersi (2015)							x		
11	Fettke und Loos (2003)							x		
12	Fettke und Loos (2004)							x		x
13	Fettke (2009)							x		

Nr.	Artikel	Protokoll als Teil von IoT Referenzmodellen			Entscheidungsparameter bei IoT Anwendungen von Referenzmodelle		
		IoT-Protokolle	IoT- Architekturen		Anforderungen	Referenzmodell	Entscheidungsparameter
		Protokollarten	Protokolleigenschaften	Auswahlkriterien			
14	Gubbi et al. (2013)		x			x	
15	Guth et al. (2016)					x	
16	Guth et al. (2018)	x				x	
17	Heinzelman et al. (2004)					x	
18	Hill et al. (2000)	x				x	
19	Ismail und Kastner (2016)	x	x			x	
20	Khalid et al. (2019)					x	
21	Khan et al. (2012)		x			x	
22	Khan et al. (2016)	x					
23	Klötzer und Pflaum (2017)					x	
24	Kokkonis et al. (2018)	x	x				
25	Kondratenko et al. (2018)						x
26	Li et al. (2015)	x		x		x	
27	Madakam et al. (2015)	x	x			x	

Nr.	Artikel	Protokoll als Teil von IoT Referenzmodellen				Entscheidungsparameter bei IoT Anwendungen von Referenzmodelle					
		IoT-Protokolle				IoT- Architekturen					
		Protokoll- arten	Protokollei- genschaften	Auswahl- kriterien	Anforderungen	Referenz- modell	Entscheidungs- parameter				
28	Melik-Merkumians et al. (2012)	x									
29	Ngu et al. (2017)				x				x		
30	Ouedraogo et al. (2018)	x							x		
31	Perera et al. (2014a)								x		
32	Perera et al. (2014b)								x		
33	Radanliev et al. (2018)										x
34	Rausch et al. (2018)	x			x						x
35	Razzaque et al. (2016)							x			
36	Salazar Ch. et al. (2018)	x			x						
37	Sethi und Sarangi (2017)	x			x						
38	Sheng et al. (2013)	x			x						
39	Spieß et al. (2009)										
40	Stojkoska und Trivodaliev (2017)	x			x						

Nr.	Artikel	Protokoll als Teil von IoT Referenzmodellen			Entscheidungsparameter bei IoT Anwendungen von Referenzmodelle		
		IoT-Protokolle			IoT- Architekturen		
		Protokoll- arten	Protokollei- genschaften	Auswahl- kriterien	Anforderungen	Referenz- modell	Entscheidungs- parameter
41	Tan und Wang (2010)				x		
42	Thangavel et al. (2014)	x	x				
43	Wang et al. (2008)					x	
44	Weyrich und Ebert (2016)				x		
45	Whitmore et al. (2015)					x	
46	Wu et al. (2010)	x	x			x	
47	Xu et al. (2014)				x	x	x
48	Yang et al. (2010)	x					
49	Yang et al. (2011)					x	

Tabelle 1: Kategorisierung der Literatur (eigene Darstellung)

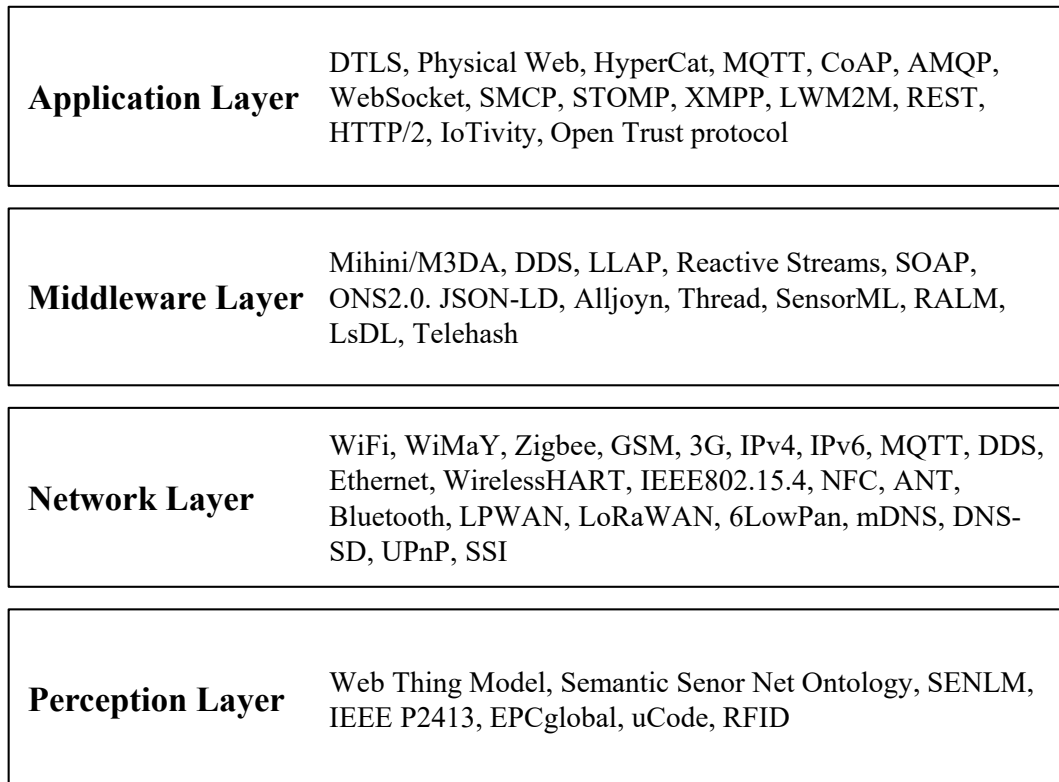


Abbildung 2: IoT-Architektur mit Protokollen
(eigene Darstellung in Anlehnung an Elhadi et al. (2018))

In der Rubrik (Daten-)Transport unterscheiden sich die aufgeführten Protokolle. (Elhadi *et al.*, 2018; Salazar Ch. *et al.*, 2018) Zum Beispiel wendet CoAP einen User Datagram Protocol (UDP)-basierten Transport an, welcher zur Folge hat, dass eine Bestätigung des erfolgreichen Transports ausbleibt. (Rayes und Salam, 2017, S. 313–314) Im Gegensatz zu CoAP nutzt MQTT ein Transmission Control Protocol (TCP)-Port (Elhadi *et al.*, 2018; Salazar Ch. *et al.*, 2018), welches mehr Zuverlässigkeit bei der Datenübertragung bietet (Rayes und Salam, 2017, S. 312). TCP überprüft hierbei die zu übermittelnden Pakete auf Fehlerhaftigkeit und doppelte sowie verloren gegangene Pakete. (Rayes und Salam, 2017, S. 30) Den Transportmechanismen können die Kommunikationsmodelle Request/Response und Publish/Subscribe angebunden werden.

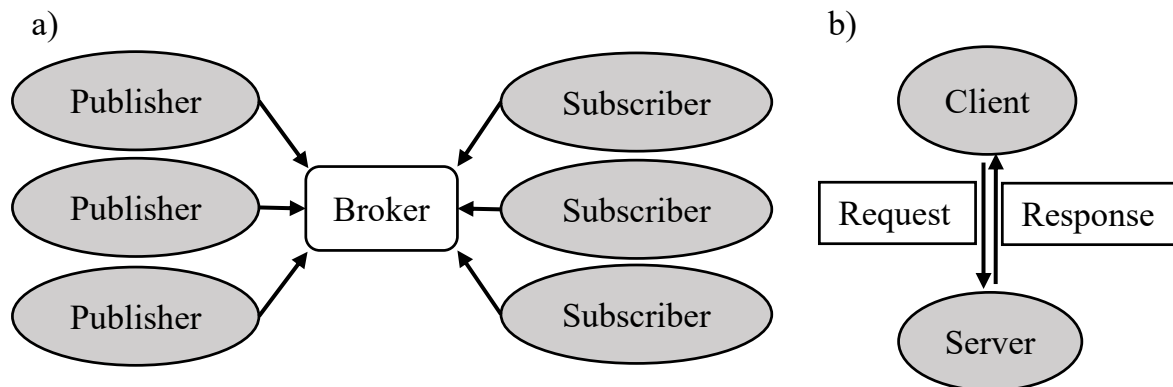


Abbildung 3: a) Publish/Subscribe Kommunikation (eigene Darstellung in Anlehnung an Eugster et al. (2003) und Sahingoz und Sonmez (2007)), b) Client/Server Kommunikation (eigene Darstellung in Anlehnung an Sahingoz und Sonmez (2007))

Abbildung 3 a) bezieht sich auf eine Publish/Subscribe (Pub/Sub)-Kommunikation, die z. B. von den Protokollen XMPP, MQTT, oder DDS genutzt wird (Salman und Jain, 2017; Elhadi *et al.*, 2018). Bei dieser Art der asynchronen Kommunikation veröffentlicht der Publisher seine Nachricht an einen Broker, der als Nachrichtenvermittler dient. Anschließend werden die Nachrichten vom Subscriber abonniert. (Sahingoz und Sonmez, 2007). Als weitere Möglichkeit ist eine synchrone Client/Server-Kommunikation (Request/Response - Req/Res) in Abbildung 3 b) dargestellt. (Sahingoz und Sonmez, 2007) Request/Response findet z. B. bei den Protokollen CoAP, XMPP, RESTful HTTP und MQTT Anwendung. (Salman und Jain, 2017; Elhadi *et al.*, 2018) Der Client erhält die Antwort (Response) erst nach einer direkten Anfrage beim Server (Request). (Sahingoz und Sonmez, 2007)

Neben den Transportmechanismen und den Kommunikationsmodellen ist die Quality of Service (QoS) eine weitere relevante Protokolleigenschaft. QoS ist eine Richtlinie, die verschiedene Attribute für Anwendungsprotokolle beinhaltet. Hierzu zählen die Ressourcenauslastung, Datenrechtzeitigkeit, Datenverfügbarkeit und Datenübermittlung. (Rayes und Salam, 2017, S. 119–122) QoS beinhaltet die 3 Stufen QoS 0, QoS 1 und QoS 2. (Tandale *et al.*, 2017) Bei QoS 0 wird eine Nachricht an einen Broker gesendet, ohne hierfür eine Bestätigung zu erwarten. QoS 1 erfordert das mehrfache Verschicken von Daten, QoS 2 bedeutet, dass die Nachricht genau einmal gesendet wird, allerdings erst nachdem eine entsprechende Rückmeldung des Empfängers eingegangen ist. QoS nutzen u. a. CoAP, RESTful HTTP, MQTT, AMQP, DDS. (Elhadi *et al.*, 2018)

	CoAP	XMPP	RESTful HTTP	MQTT	WebSocket	AMQP	DDS
Standard	IETF	IETF	REST	OASIS IBMs	HTML5	OASIS	OMG
Technologie	XML	XML	XML, HTML, JSON	Unabhängig von der Im- plementie- rungsspra- che	XML, JSON	Unabhängig von der Im- plementie- rungsspra- che	C, C++, C#, Java, Scala, Lua, Pharo und Ruby
Transport	UDP	TCP	TCP	TCP	TCP	TCP	TCP/UDP
Architektur	Req/Res	Pub/Sub Req/Res	Req/Res	Pub/Sub Req/Res	Pub/Sub	Pub/Sub	Pub/Sub
Anwendung	Versor- gungsnetz	Remote Ma- nagement von Kon- sumgütern	Smart En- ergy Profile 2 (basic en- ergy man- agement, home ser- vices)	Erweitern von Enter- prise Mes- saging auf IoT-Anwen- dungen	Realtime Anwen- dungen: Real-time Dashboards, Teamwork	Hybride An- wendungen: die Integra- tion von Computer- systemen nach einer Fusion	Verteilte Anwendun- gen
Sicherheit & QoS	Sicherheit & QoS	Sicherheit	Sicherheit & QoS	Sicherheit & QoS	Sicherheit	Sicherheit & QoS	QoS

	CoAP	XMPP	RESTful HTTP	MQTT	WebSocket	AMQP	DDS
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Multicast • Geringer Overhead • Mini-mierte Komplexität • Flexibilität • Niedrige Latenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Echtzeit • Niedrige Latenz • Leicht, einfach • Erweiterbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Implementierung • Nützlich für Remote • Leicht • Asymmetrische Client-Server-Beziehung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachte Webkommunikation und Netzwerkkompatibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • ISO-Norm • Zuverlässigkeit und Sicherheit • Einfache Erweiterung • Symmetrische Client-Server-Beziehung 	<ul style="list-style-type: none"> • Echtzeit • Dezentrale Architektur • Dynamische Erkennung von Abonnementen
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Sicherheit auf Kommunikationsebene • Wenige Bibliotheken 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Datentoverhead • Nicht geeignet für eingebettete IoT-Anwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Datenspeicherung 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Fehlerbehandlung • Schwierige Erweiterungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifische Hardware-Anforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Größere Paketgrößen 	

Tabelle 2: Übersicht Application Layer-Protokolle
(eigene Darstellung in Anlehnung an Elhadi et al. (2018) und Elhadi et al. (2019))

Die Literaturrecherche in diesem Abschnitt verdeutlicht, dass der Entscheidungsprozess und die Entscheidungsparameter in Bezug auf IoT-Protokolle der Application Layer bisher nicht ausführlich und empirisch untersucht sind. Lediglich eine Untersuchung und Aufführung der wichtigsten Protokolle wird vorgenommen (Elhadi *et al.*, 2018; Sethi und Sarangi, 2017; Al-Fuqaha *et al.*, 2015). Deshalb wird nachfolgend eine Untersuchung des Entscheidungsprozesses zur Protokollauswahl der Application Layer und der dazugehörigen Entscheidungsparameter durchgeführt.

3 Untersuchung

3.1 Forschungsdesign

Ziel dieser Untersuchung ist, mit Hilfe der beschriebenen Methodik die Analyse des Entscheidungsprozesses der Protokollauswahl auf der Application Layer und entsprechende Entscheidungsparameter als Grundlage eines Entscheidungsmodells zu definieren. Mit dem Ziel einer umfassenden Datenerhebung und der Datenvergleichbarkeit wird ein systematisierendes Experteninterview angewendet, welches das Einsatzgebiet „Prozesswissen“ abdeckt und eine qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode einsetzt. (Bogner *et al.*, 2014, S. 24–25) Die Auswahl der Experten erfolgte wie in der Literatur vorgeschlagen. (Bogner *et al.*, 2014, S. 35; siehe auch Meuser und Nagel 2009, S. 466-470 und Tesch *et al.*, 2017)

Anbieter/ Anwender	Nr.	Branche	Funktion
Anbieter	1	Telematik (Off-Highway)	Leiter Produktmanagement
Anbieter & Anwender	2	Maschinenbau	Entwicklungsingenieur
Anbieter	3	Sondermaschinenbau	Entwicklungsleiter
Anbieter & Anwender	4	Systemlieferant	Leiter Education Network
Anbieter	5	Maschinenbau	Entwicklungsingenieur
Anwender	6	Werkzeugbau, Maschinenbau	Head of technical IT
Anwender	7	Automobilzulieferer	Systemanalyst

Tabelle 3: Anonymisierte Vorstellung der Experten (eigene Darstellung)

Zur systematischen Befragung der Experten wird ein Interviewleitfaden erstellt. Dazu werden aus den Elementen der Forschungsfrage und der Forschungsziele Interviewfragen abgeleitet (Tabelle 4). Diese werden zunächst einem Pretest unterzogen, bei dem Fragen umformuliert, hinzugefügt oder gelöscht werden können, um einen optimierten Leitfaden zu erhalten. Daneben wird zur Überprüfung der Zielgerichtetheit eine initiale Auswertung in Hinblick auf die Forschungsfrage und -hypothesen durchgeführt, um so gegebenenfalls Änderungen am Forschungsdesign vorzunehmen. (Weichbold, 2019, S. 349–350; Kaiser, 2014, S. 69-70) Die einzelnen Interviewfragen gehen mit Forschungshypothesen einher, welche im Zuge der Auswertung bestätigt bzw. verworfen werden.

Analyse- dimension	Fragenkomplexe	Interviewfragen	Hypothesen zu den Fragenkomplexen
Unternehmen	Verfügbarkeit von IoT-Geräten (Sensoren, Aktoren, ...) im Unternehmen	Welche IoT-basierte Geräte, Produkte und Maschinen produzieren Sie in Ihrem Unternehmen?	Die Verfügbarkeit bzw. der Einsatz von IoT-Geräten sind im Unternehmen gegeben.
		Welche Mehrwerte/Schwierigkeiten sehen Sie beim Einsatz von IoT-basierten Geräten?	
Protokolle der Application Layer	Nachrichtenaustausch	Nutzen Sie mehrere Protokolle der Application Layer für unterschiedliche Projekte?	Es werden verschiedene Protokolle der Application Layer für unterschiedliche Projekte genutzt.
	Interne Anforderungen	Welche internen Anforderungen gibt es an die Protokolle der Application Layer?	Interne Anforderungen werden für die Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt.
	Kundenanforderungen	Welche Kundenanforderungen gibt es an die Protokolle der Application Layer?	Kundenanforderungen werden bei der Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt.

Analyse- dimension	Fragenkomplexe	Interviewfragen	Hypothesen zu den Fragenkomplexen
	Technische Aspekte	Welche technischen Aspekte müssen die Protokolle der Application Layer erfüllen?	Technische Aspekte werden bei der Auswahl von Protokollen der Application Layer berücksichtigt.
	Ökonomische Aspekte	Auf welche ökonomischen Anforderungen wird bei der Auswahl von Protokollen der Application Layer eingegangen?	Bei der Protokollauswahl der Application Layer wird auf ökonomische Anforderungen eingegangen.
Entscheidungsparameter	Protokolle der Application Layer	Nach welchen Parametern werden Protokolle der Application Layer ausgesucht, erstellt und eingesetzt?	Es existieren klar definierte Parameter zur Auswahl von Protokollen der Application Layer.
		Nach welchen Entscheidungsregeln werden Protokolle der Application Layer ausgesucht und eingesetzt?	Es existieren strukturierte Entscheidungsregeln zur Auswahl von Protokollen der Application Layer.
Datenübertragung	Übertragungsart	Welche Datenübertragungsarten (kabellos, kabelgebunden) nutzen Sie für Ihre Produkte?	Die Übertragungsart ist relevant für die Auswahl von Protokollen der Application Layer.
	Datenübermittlung	Welche Protokolle nutzen Sie für die Application Layer?	Es existieren unterschiedliche Protokolle für die Application Layer.
	Datenintegration	Welche Systeme (z. B. Planungssysteme (ERP, MES, ...), Anwendungssystem (Dashboards, ...) nutzen Sie?	Es werden Daten in ein Planungssystem und/oder Anwendungssystem eingebettet.

Tabelle 4: Operationalisierung der Forschungsfrage und Aufstellung von Hypothesen (eigene Darstellung)

Für die Auswertung mit der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse werden zunächst die Interviews durchgeführt, abgeschlossen und vollständig transkribiert. Transkription und Auswertung werden mit Hilfe der Software „MAXQDA“ durchgeführt. (Kuckartz und Rädiker, 2010, S. 734–735) Eine protokollbasierte Analyse wird für die Transkription eines Experteninterviews genutzt, da ein Experte seine Zustimmung zur Aufzeichnung nicht gegeben hat. Währenddessen werden Notizen erstellt und zeitnah verschriftlicht. (Kuckartz, 2010, S. 39) Bei den verbleibenden Experteninterviews wird eine transkriptbasierte Analyse durchgeführt, bei der Audio- und Videodateien vollständig transkribiert werden. (Kuckartz, 2010, S. 39) Für die Transkription wird in dieser Untersuchung nicht zwischen einer Video- und einer Audio-datei unterschieden, sodass für beides die gleichen Transkriptionsregeln gelten. In der Literatur werden verschiedene Transkriptionsregeln u. a. von Kuckartz (2010, S. 41–47), Bogner *et al.* (2014, S. 42–43) und Dresing und Pehl (2010, S. 723–729) veröffentlicht, die für diese Untersuchung eingesetzt werden. Nach der Transkription erfolgt die Textkodierung. Kuckartz und Rädiker (2010, S. 741–742) weisen darauf hin, dass bei der Kodierung darauf zu achten ist, dass „So viel wie nötig, so wenig wie möglich“ hervorgehoben wird, damit die markierte Passage kontextfrei genutzt und verstanden werden kann. Die durch das beschriebene Vorgehen erzielten Ergebnisse werden im folgenden Kapitel vorgestellt.

3.2 Auswertung und Interpretation der Interviews

Zu Beginn dieses Kapitels werden zunächst die unterschiedlichen Begriffsverständnisse der Experten dargestellt und geklärt, bevor dann die Ergebnisse beschrieben und interpretiert werden. Im Zuge der Durchführung der Experteninterviews wurde zunächst das initiale Begriffsverständnis der Experten zum Begriff Application Layer sowie die in den jeweiligen Unternehmen verwendeten Anwendungen und Protokolle abgefragt. Eine Übersicht dazu ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Hier zeigt sich, dass die Unternehmen verwenden die Protokolle teilweise für einseitige (Experten 2, 5 und 7) und teilweise für bidirektionale Kommunikation (Experte 1, 3 und 4) mit den Sensoren nutzen.

Ex- perte	Sicht auf Application Layer	Anwendung	Protokoll	Kommunika- tionsweg
1	Oberhalb der Cloud hin zur Applikation	Webanwendung (Datenportal)	RestAPI über HTTPS	bidirektionale Kommunika- tion
2	Oberhalb der Cloud hin zur Applikation	Webanwendung (Datenportal)	OPC-UA, RestAPI	einseitige Kommunika- tion

Ex- perte	Sicht auf Application Layer	Anwendung	Protokoll	Kommunika- tionsweg
3	Oberhalb der Ma- schine zur Kundenan- wendung	Cloud, MES, SCADA (vom Kun- den)	OPC-UA	bidirektionale Kommunika- tion
4	Von der Maschine bis zu SCADA	Maschine, Cloud, SCADA	OPC-UA over TSN	bidirektionale Kommunika- tion
5	von den digitalen Ser- vices zur Kundenan- wendung	digitale Services, Kundenanwendung	RestAPI	einseitige Kommunika- tion
6	Oberhalb der Cloud hin zur Applikation	ERP-, MES-Sys- tem, Varianten- und Konfigurationsma- nagement	AMQP, Rest	einseitige Kommunika- tion
7	Oberhalb des ERP- Systems zur Applika- tion	MES-System	RFC	einseitige Kommunika- tion

Tabelle 5: Beschreibung und Auswertung der Unternehmenssituation (eigene Darstellung)

3.2.1 Hypothesenbezogene Auswertung der Ergebnisse

Hypothese 1: Die Verfügbarkeit bzw. der Einsatz von IoT-Geräten sind in den Unternehmen gegeben.

Den Aussagen der Experten 2, 3 und 5 zufolge befinden sich die Unternehmen mit der Entwicklung von IoT-basierten Geräten im Anfangsstadium. Experte 1 betont, dass sein Unternehmen bereits lange im Sinne von IoT handelt. Ähnliches wird von Experte 4 angebracht, der darauf hinweist, dass die Produktionsstandorte des Unternehmens bereits seit langem einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen und zum Beispiel Digital Twins einsetzen. Experte 6 gibt an, dass ein wissensbasiertes Konfigurationsmanagement, um strukturierte Daten an die Maschine zu bringen, eingesetzt wird. Im Unternehmen von Experte 7 wird die Kommunikation mit Sensoren über Steuergeräte sichergestellt. Die Hypothese lässt sich für drei Unternehmen nur teilweise bestätigen, da sich diese noch am Anfang der Entwicklung befinden. Für zwei Unternehmen lässt sich die Hypothese vollständig verifizieren.

Hypothese 2: Es existieren klar definierte Parameter zur Auswahl von Protokollen der Application Layer.

Für die Auswahl von Protokollen der Application Layer werden verschiedene Entscheidungsparameter genannt, welche anwendungsabhängig sind und dem Entscheidungsprozess dienen. Tabelle 6 führt die genannten Entscheidungsparameter für die Protokollauswahl der Application Layer mit einer Zugehörigkeit der Experten auf.

Experte	1	2	3	4	5	6	7
Entscheidungsparameter							
Schnelle Entscheidungsfindung (Kostenminimierung)	X						
Erfüllung der vordefinierten Anforderungen		X					
Integrierbarkeit in bestehende Systeme	X	X	X				
Marktakzeptanz des Protokolls		X					
Marktdurchdringung des Protokolls		X	X		X		
Datenrate/Datendurchsatz		X					
Zykluszeit		X					
Kosten		X	X				
Einfachheit			X				
Zukunftsfähigkeit		X					
Zuverlässigkeit						X	
Flexibilität						X	
Sicherheit und Datenschutz						X	
Frequenz							X
Datenvolumen							X
Feedback							X
Aktualität des Interfaces							X

Tabelle 6: Entscheidungsparameter zur Protokollauswahl der Application Layer
(eigene Darstellung)

Auffällig hierbei ist, dass Integrierbarkeit in bestehende Systeme, Marktdurchdringung des Protokolls und Kosten von mehreren Experten genannt werden, die verschiedene Anwendungen mit den Protokollen bedienen. Als marktbezogene Attribute lassen sich Marktakzeptanz des Protokolls, Marktdurchdringung des Protokolls, Kosten, Sicherheit und Datenschutz zusammenfassen. Trotzdem kann die Hypothese nicht vollständig bestätigt werden, da zwei befragte Experten angeben, dass sie das verwendete Protokoll vom Kunden vorgegeben bekommen und es vom Anwendungsfall abhängt und so keine allgemein gültigen Entscheidungsparameter zur Protokollauswahl der Application Layer existieren.

Hypothese 3: Es existieren strukturierte Entscheidungsregeln zur Auswahl von Protokollen der Application Layer.

Experte 2 beschreibt explizit eine Reihenfolge zur Berücksichtigung von Entscheidungsparametern: (1) Erfüllung der Anforderungen, (2) Technische Umsetzbarkeit, (3) Marktakzeptanz des Protokolls, (4) Marktdurchdringung des Protokolls, (5) Marktverfügbarkeit des Protokolls, (6) Kosten des Protokolls. Allerdings handelt es sich bei der Entscheidungsregel nicht um einen institutionalisierten Prozess im Unternehmen. Die anderen teilnehmenden Experten können keine Entscheidungsregeln nennen. Zum einen aus dem Grund, dass sie die zu verwendenden Protokolle vom Kunden vorgegeben bekommen und zum anderen, dass die Auswahl in den bisherigen Anwendungsfällen alternativlos war. Trotzdem werden grundsätzlich Kosten von den Experten bei der Protokollauswahl der Application Layer als nebensächlich bezeichnet, wichtig ist nach den Meinungen der Experten 2 und 7 die technische Umsetzbarkeit. Anhand der aufgeführten Argumentation muss die Hypothese zur Existenz von Entscheidungsregeln zur Protokollauswahl der Application Layer verworfen werden.

Hypothese 4: Es werden verschiedene Protokolle der Application Layer für unterschiedliche Projekte genutzt.

Für den Anwendungsfall einer Webapplikation wird im Unternehmen von Experte 1 RestAPI eingesetzt, da hierzu kein alternatives Protokoll besteht. Das verwendete Protokoll ist nach den Meinungen der Experten 3 und 4 kundenabhängig, somit können verschiedene Protokolle bei unterschiedlichen Projekten/Produkten verwendet werden. Der Kunde entscheidet bzw. gibt vor, welches Protokoll er für die Application Layer einsetzen möchte. Experte 2 und 5 argumentieren, dass für ihr Produkt nur ein Protokoll genutzt wird, es sei denn der Kunde wünscht ein anderes Protokoll, so wird es speziell für ihn neu implementiert. Das Unternehmen von Experte 6 nutzt verschiedene Protokolle der Application Layer, um in der eigenen Produktion Daten an eine Maschine zu senden. Die Hypothese kann dahingehend verifiziert werden, dass der Kunde basierend auf seinen Anwendungen und Systemen das Protokoll für die Application Layer auswählt.

Hypothese 5: Interne Anforderungen werden für die Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt.

Die internen Anforderungen, die von den Experten genannt werden, sind in der folgenden Tabelle 7 aufgeführt.

Experte	1	2	3	4	5	6	7
Interne Anforderungen							
Zykluszeit		X			X		
Datendurchsatz		X					
Integrierbarkeit		X					
Schnittstellenbedienung von Produkt und Prozessor		X					
Ausreichende Rechenleistung		X					
Langlebigkeit der Batterie		X					
Energieverbrauch		X					
Störfestigkeit und Störsicherheit		X					
Sicherheit und Datenschutz					X		X
Zuverlässigkeit					X		
Beschränkungen in der Teilnehmerzahl					X		
Manuelle Nacharbeit/Aufwand der Schnittstellenwartung							X
Supportfähigkeit der Schnittstelle							X
Erfüllung der Softwareanforderungen							X
Einfache Bereitstellung							X
Übertragungsgeschwindigkeit							X
Frequenz							X
Datenvolumen							X

Tabelle 7: Interne Anforderungen an das Protokoll der Application Layer (eigene Darstellung)

Wie bei den internen Anforderungen zu erkennen ist, wird die Zykluszeit sowie Sicherheit und Datenschutz als interne Anforderung von jeweils zwei Experten genannt. Alle anderen internen Anforderungen werden nur einfach genannt. Allerdings nennen die Experten 1, 3, 4 und 6 keine internen Anforderungen an das Protokoll der Application Layer, da die Protokollauswahl in den bisherigen Entscheidungssituationen eher beschränkt. Die Hypothese zur Berücksichtigung von internen Anforderungen kann bestätigt werden.

Hypothese 6: Kundenanforderungen werden bei der Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt.

Externe Anforderungen bzw. Kundenanforderungen werden bei den Interviews mit der Integrierbarkeit in ein bestehendes System beim Kunden und entstehenden Zusatzkosten genannt. Dementsprechend lässt sich die Hypothese bestätigen.

Hypothese 7: Technische Aspekte werden bei der Auswahl von Protokollen der Application Layer berücksichtigt.

Die Experten 2 und 5 können explizit technische Aspekte zur Protokollauswahl der Application Layer nennen. Hierzu zählen die Störfestigkeit und Störsicherheit, die Zykluszeit sowie die Beschränkungen in der Teilnehmerzahl. Die Hypothese kann bestätigt werden.

Hypothese 8: Bei der Protokollauswahl der Application Layer wird auf ökonomische Anforderungen eingegangen.

Grundsätzlich werden sowohl lizenzbehaftete Protokolle (Experte 7) als auch kostenlose Protokolle wie zum Beispiel RestAPI (Experte 1) angewendet. Experte 3 beschreibt die ökonomischen Anforderungen als Aufwandskosten in der Programmierung oder Anpassungskosten sowie Kosten für benötigte Schnittstellenmodule. Weitere Kosten sind in der Durchführung mittels einer Cloud oder On-Premise bedingt. Die Hypothese ist zu bestätigen. Allerdings muss die Aussage dahingehend abgeschwächt werden, dass die Kosten bei der Protokollauswahl nach der Meinung der Experten 2 und 7 eher nachgeordnet zur technischen Umsetzbarkeit sind.

Hypothese 9: Die Übertragungsart ist relevant für die Auswahl von Protokollen der Application Layer.

Vier Experten nutzen für ihre Produkte eine kabelgebundene Variante. Experte 4 trifft keine Aussage über die Übertragungsart. Er merkt an dieser Stelle an, dass hier bei den Echtzeit-Protokollen eine Unterscheidung vorgenommen werden muss. Für eine Echtzeit-Übertragung ist eine kabelgebundene Variante besser geeignet. Die kabelgebundene Form ist weniger störungsanfällig und sicherheitsunkritischer als die Funk-Variante. Im Unternehmen von Experte 6 wird eine kabellose Variante bevorzugt, da es für seinen beschriebenen Anwendungsfall besser geeignet ist. Zwei Experten sind der Ansicht, dass die Übertragungsart auf der Netzwerkebene zu bestimmen ist. Zu den Übertragungsarten zählt z. B. WLAN, welches Experte 6 einsetzt. Die Forschungshypothese ist zu verwerfen.

Hypothese 10: Es existieren unterschiedliche Protokolle für die Application Layer.

Bei der unternehmensbezogenen Auswertung wird ersichtlich, dass die einzelnen Unternehmen verschiedene Anwendungen mit diversen Protokollen bedienen. Tabelle 8 zeigt eine Zusammenfassung der eingesetzten Protokolle mit Bezug zur Application Layer.

Eingesetztes Protokoll	Anwendung	Experten
RestAPI	Webapplikation (Dashboard)	1, 2, 5
OPC-UA	ERP-System	2
	Dashboard	2
	Cloud	3
	MES-System	3
	SCADA	3
OPC-UA over TSN	Sensoren/Aktoren	4
	Prozessleitsystem	
AMQP	Asynchrone Anwendung (Cloud, Black-box)	6
REST/AMQP	Synchrone Anwendung	6
RFC	Anbindung von ERP-System an ein MES-System	7

Tabelle 8: Eingesetzte Protokolle und deren Anwendung mit Bezug zur Application Layer (eigene Darstellung)

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass für Webanwendungen RestAPI genutzt wird, unabhängig von Branche sowie systembereitstellende und -anwendende Unternehmen. OPC-UA wird von drei Experten mit Verweis auf die Zukunftsfähigkeit und dem hohen Bekanntheitsgrad genannt, welches als Protokoll für die Application Layer eingesetzt wird. Ähnlich äußert sich Experte 2. Allerdings kritisiert Experte 6, dass OPC-UA zu langsam für seine Anwendung ist und somit nicht eingesetzt werden kann. Die Hypothese zu verschiedenen Protokollen der Application Layer lässt sich belegen.

Hypothese 11: Es werden Daten in ein Planungssystem und/oder Anwendungssystem eingebettet.

Die Experten beschreiben zahlreiche Sensordaten, die auf Application Layer in Dashboards von Business Intelligence Software oder in ERP- und MES-Systeme integriert werden. Typische Verwendungszwecke der Daten sind zum Beispiel Optimierbarkeit, Erkenntnisse über den Zustand der Komponente sowie Analyse von Maschinenproblemen und Fehlersuche. Die Hypothese ist dementsprechend zu bestätigen.

3.2.2 Interpretation der Ergebnisse

Hypothesenbezogene Interpretation

Ein Grund für die teilweise Verifizierung von *Hypothese 1*, den fehlenden Einsatz bzw. die fehlende Verfügbarkeit von IoT-basierten Geräten, ist, dass die Digitalisierung mit einem Kostenaufwand verbunden ist, sodass nach Meinung von Experte 4 Digitalisierungsaktivitäten für klein- und mittelständische Unternehmen häufig unrentabel sind. (Ott und Dobhan, 2020, S. 225) Gleichzeitig bietet sich die Chance zur Optimierung der Geschäftsprozesse. Durch den Einsatz von IoT-Geräten können z. B. nutzungsabhängige Wartungsverträge abgeschlossen, Geschäftsanalysen und Produktoptimierungen durchgeführt werden, wodurch Einnahmen generiert werden können. Historische Daten können für Reklamationsbewertungen herangezogen werden. Wird diese Situation dem Gartner Hype Cycle gegenübergestellt, so hat das Institut bereits 2015 die IoT-Plattform als Innovation Trigger bezeichnet. (Gartner, Inc., 2015) Im weiteren Verlauf wird deutlich, dass diese im Jahr 2018 den Höhepunkt der Erwartung überwunden hat und sie auf dem Weg zur Desillusionierung ist. (Gartner, Inc., 2018) Der Vergleich zeigt, dass das Thema „IoT-Plattformen“ in der Allgemeinheit höhere Aufmerksamkeiten und Erwartungen erzielen als die Entwicklung bisher erfüllen konnte. Allerdings zeigt die Auflistung der Vor- und Nachteile bezüglich der Verfügbarkeit bzw. des Einsatzes von IoT-Geräten, dass die Experten hier deutlich mehr Vorteile sehen.

Zu *Hypothese 2* nennen die Experten verschiedene Entscheidungsparameter, die für ihren Anwendungsfall relevant sind. Die Interviews zeigen, dass die Entscheidungsparameter für die Protokollauswahl der Application Layer abhängig von der anzuwendenden Applikation ist, da auf Grund von verschiedenen Anforderungen verschiedene Parameter wichtig für den Einsatz des jeweiligen Protokolls sind. Daher lassen sich keine klar definierten allgemein gültigen Entscheidungsparameter für alle Anwendungen definieren. Yassein *et al.* (2016), Salman und Jain (2017) stellen dazu fest, dass die Protokollauswahl der Application Layer anwendungsgetrieben stattfinden muss. Diese Aussagen können durch die durchgeführten Experteninterviews bestätigt werden. Auffallend ist, dass drei Experten (2, 3, 7) die Anforderungen für das Protokoll der Application Layer extern vorgegeben bekommen. Hier wird ein fehlender Standard deutlich, den auch Elhadi *et al.* (2018) und Salazar Ch. *et al.* (2018) nennen. Diese Erkenntnis bestätigt sich auch in den Experteninterviews. Der Ansicht von Experte 2 zufolge existiert keine einheitliche Architektur. Fehlende herstellerübergreifende Kommunikationsstandards werden von Experte 4 kritisiert. Ebenfalls auffällig ist, dass die Experten wenige Entscheidungsparameter nennen und nur drei davon (Integrierbarkeit in bestehende Systeme, Marktdurchdringung und Kosten)

mehrfach, sodass hier davon auszugehen ist, dass die Experten die Protokolle der Application Layer eher situativ und spontan auswählen.

Die fehlende Klarheit hinsichtlich der Entscheidungsparameter wirkt sich auch auf die Entscheidungsregeln (*Hypothese 3*) aus. Hier lassen sich gleichermaßen keine allgemein gültigen Entscheidungsregeln identifizieren. Allerdings zeigen sich auch Ansätze von individuellen Entscheidungsregeln. Die Entscheidung wird individuell durch die betroffenen Fachbereiche in Zusammenarbeit mit dem Kunden formuliert und so der größtmögliche Nutzen für beide Parteien zu erzielen versucht. Experte 2 nennt Entscheidungsregeln und führt auf, dass Kosten betrachtet werden sollten. Bei den Experten 2 und 7 stehen die technische Umsetzbarkeit und Funktionalität ihres Produktes im Vordergrund. Basierend auf den Ergebnissen kann festgestellt werden, dass ein Protokoll kostengünstig integriert werden kann, dies aber zwecklos ist, wenn eventuell die technischen Anforderungen nicht erfüllt sind.

Hypothese 4 ist bestätigt, da die Experten angeben, dass die Protokollauswahl der Application Layer oftmals kundenorientiert stattfindet. Jeder Kunde erhält das für ihn bestmögliche Protokoll für seinen Anwendungsfall, sodass als Folge hieraus mehrere Protokolle für verschiedene Projekte zum Einsatz kommen können. Besonders betont Experte 4, dass der Kunde durch die modularen Produkte selbständig eine Entscheidung über das für seine Anwendung passende Protokoll treffen kann. Die Experteninterviews zeigen, dass verschiedene Anwendungen mit verschiedenen Protokollen bedient werden können. Durch diese vielfältige Aufstellung der Produkte können diese bei unterschiedlichen Anwendungskontexten zum Einsatz kommen und einfacher in bestehende Systeme integriert werden. Der Einsatz von verschiedenen Protokollen zeigt, dass sich die Unternehmen mit dem Thema „Protokoll“ in der Praxis eine Rolle spielt.

Tabelle 7 zeigt eine Aufstellung der von den Experten genannten Anforderungen bei der Protokollauswahl (*Hypothese 5*). Die Anforderungen sind anwendungsabhängig, sodass diese zu einer Sammlung zusammengefasst werden können. Sicherheit und Datenschutz ist unabhängig von der Anwendung relevant, da diese von mehreren Experten genannt werden, die Erfahrungen mit verschiedenen Applikationen besitzen.

Wichtig für den Kunden ist die einfache Integrierbarkeit neuer Maschinen/Produkte in die bestehende Systemlandschaft, um hohe Folgekosten zu vermeiden (*Hypothese 6*). Ein nicht integrierbares Protokoll hat zur Folge, dass das Unternehmen Produktionsausfälle zu verzeichnen hat und mehr Mitarbeiter benötigt bzw. geschult werden müssen, um sich mit den geänderten Gegebenheiten auszukennen. Eine Schulung für Mitarbeiter ist ebenfalls relevant für anschließende Support- und Wartungsarbeiten. Für die Anbindung werden weitere Techniken und Schnittstellen benötigt, sodass nicht nur hinsichtlich der Mitarbeiter die Folgekosten steigen. Daher ist es richtig,

dass Kundenanforderungen bei der Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt werden. Bei einem Entscheidungsmodell zur Protokollauswahl der Application Layer können diese Anforderungen der Entscheidungsfindung dienen.

Die Berücksichtigung von technischen Aspekten bei der Protokollauswahl der Application Layer (*Hypothese 7*) ist notwendig, um die Funktionsfähigkeit der Produkte zu garantieren. Technische Anforderungen (z.B. Störfestigkeit und Störsicherheit, Zykluszeit, Beschränkungen in der Teilnehmerzahl) werden spezifiziert, um das Produkt bestmöglich zu entwickeln. Die technischen Aspekte können bei einem Entscheidungsmodell zur Protokollauswahl der Application Layer helfen.

Auffällig bei *Hypothese 8* sind die verschiedenen Angaben zu ökonomischen Anforderungen, die bei der Protokollauswahl der Application Layer berücksichtigt werden. Die Experten 1, 2 und 5 nutzen ein kostenloses Protokoll (RestAPI), Experte 7 arbeitet mit einem kostenpflichtigen Protokoll (RFC), da das genutzte ERP-System lizenziert und der gleiche Lizenzgeber ebenfalls für RFC verantwortlich ist. Die ökonomischen Anforderungen sind somit ebenfalls anwendungsabhängig zu betrachten. Zu den ökonomischen Anforderungen zählen auch Programmieraufwände, zusätzliche Schnittstellen, Technologien und Schulungen bestehender Mitarbeiter. Wie schon die internen Anforderungen, Kundenanforderungen und technische Anforderungen sollten auch die ökonomischen Anforderungen an ein Protokoll der Application Layer bei einem Entscheidungsmodell berücksichtigt werden.

Die *Hypothese 9* wurde verworfen, da die Übertragungsart auf der Netzwerkebene entschieden wird und somit irrelevant für die Protokollauswahl der Application Layer ist. Dies stimmt mit der Literatur (Elhadi *et al.*, 2018; Sethi und Sarangi, 2017) überein. Für eine kabellose Übertragung kann z. B. Bluetooth oder WLAN genutzt werden. Auf der Netzwerkschicht entscheidet sich u. a. auch die Reichweite. (Elhadi *et al.*, 2018)

Die Experten nennen in den Interviews verschiedene Protokolle für unterschiedliche Anwendungsfälle, die auf der Application Layer zum Einsatz kommen (*Hypothese 10*). Diese verschiedenen Anwendungsfälle sind bei der Beantwortung der Forschungshypothesen einzubeziehen. Das Ergebnis aus den Experteninterviews lässt sich mit verschiedener Literatur belegen u. a. Elhadi *et al.* (2018) und Sethi und Sarangi (2017). OPC-UA wird für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Allerdings findet es sich nicht in der Liste der wichtigsten Protokolle von Elhadi *et al.* (2018) und Al-Fuqaha *et al.* (2015) wieder. Hier ist eine Differenz zwischen Theorie und Praxis sowie einen fehlenden Standard zu erkennen. Nach der Meinung verschiedener Experten (2, 4) wird sich OPC-UA als Standard in der Maschinenkommunikation durchsetzen. Die Differenz zwischen Theorie und Praxis lässt sich dadurch erklären, dass verschiedene Anwendungen untersucht sind. In der Literatur wie auch bei den

Experten wird bspw. OPC-UA und RestAPI sowohl als Architektur bzw. Datenmodellierung und auch als Protokoll angesehen.

Hypothese 11 ist bestätigt, da verschiedene Planungssysteme und/oder Anwendungssysteme von den Experten genannt werden. Durch den Einsatz von verschiedenen Systemen lassen sich die Unternehmensgeschäfte vielfältiger aufstellen, der Umsatz steigern und ein größerer Benefit für Kunden erreichen. Dieses Forschungsergebnis steht im Einklang mit Tavana *et al.* (2020). Die Experten nutzen die verschiedenen gesammelten Daten, um unterschiedliche Verwendungszwecke abzudecken, daher ist es wichtig, dass die Daten in Planungs- und/oder Anwendungssysteme eingebettet werden.

Übergreifende Interpretation

Insgesamt zeigen die Experteninterviews, dass (IoT)-Protokolle in verschiedene Interessensgruppen und Branchen relevant sind. Die Verfügbarkeit und der Einsatz von IoT-Geräten sind in den befragten Unternehmen gegeben, auch wenn sich diese zum Teil noch am Anfang der Entwicklung befinden. Hierfür müssen zudem Protokolle für die Application Layer ausgesucht werden. Hinsichtlich des Vorgehens und der Entscheidungsparameter bei der Protokollauswahl ergibt sich kein klares Bild. Die Liste der genannten Entscheidungsparameter ist relativ kurz. Entsprechend können auch keine direkten klar formulierten Entscheidungsregeln abgeleitet werden.

Ein Entscheidungsmodell mit Regeln und Parametern kann die Entscheidungssituation strukturieren. Die Entscheidungsparameter können z. B. verschieden gewichtet werden, sodass anhand der Entscheidungsregeln und mit Hilfe eines Entscheidungsmodells eine Auswahl für das Protokoll der Application Layer getroffen werden kann. Auf der einen Seite können die Experten keine strukturierten Entscheidungsregeln nennen, nach denen sie das Protokoll für die Application Layer aussuchen. Auf der anderen Seite existieren verschiedene Protokolle, die auf der Application Layer Anwendung finden. Diese beiden sich widersprechenden Ergebnisse deuten auf eher intuitive, situative Entscheidungen hin. Abhängig vom Anwendungsfall scheinen interne und externe sowie technische Anforderungen bei der Protokollauswahl der Application Layer von Bedeutung.

Die Ergebnisse bestätigen den Konferenzbeitrag von Yassein *et al.* (2016), dass die jeweiligen Anwendungen verschiedene Anforderungen bedingen. Als Schlussfolgerung hieraus haben Yassein *et al.* (2016) festgestellt, dass verschiedene Anwendungen mit verschiedenen Protokollen zu bedienen sind. Diese Aussage stimmt mit dem Ergebnis der Hypothese 4 überein. Durch den Einsatz von mehreren Protokollen steigen die Kosten. Wie Experte 3 feststellt, sind hier Programmieraufwandskosten, Anpassungskosten und benötigte Schnittstellenmodule aufzuführen. Unterschiedliche Kosten sind bei Cloud- oder On-Premise-Lösungen zu erwarten. Kosten können hier

z. B. für das Speichern der Daten in der Cloud anfallen. Bei einer On-Premise-Lösung ist das Unternehmen für eine lokale Speicherung verantwortlich, sodass hier Kosten für eine Serverlandschaft/Infrastruktur und Unterhaltskosten entstehen. Das Unternehmen muss währenddessen u. a. auf Sicherheit und Datenschutz eingehen.

Limitationen

Abbildung 4 zeigt eine Zusammenfassung der einzelnen Kodierungen (Codes) zu den jeweiligen Interviews. Die Größe der Quadrate beschreibt, wie häufig der einzelne Code in dem Interview verwendet wird. Zum Beispiel ist das Quadrat des Codes „Entscheidungsparameter“ bei Experte 1 verhältnismäßig klein im Vergleich zu Experte 6. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Experte 6 mehr zum Entscheidungsprozess der Protokollauswahl auf der Application Layer und den dazugehörigen Entscheidungsparametern beitragen kann.

Ein möglicher Rückschluss ist, dass die Unternehmen verschiedene Anwendungen anbieten. Zudem kann fehlendes Wissen über Themengebiete und die Vorgabe von Protokollen der Application Layer durch den (internen oder externen) Kunden eine mögliche Ursache sein.

Bei den Interviews sind Experten aus verschiedenen Bereichen und Branchen ausgewählt worden, was eine Ursache für die Heterogenität der Ergebnisse sein kann. Zum Beispiel wird für eine Webapplikation ein anderes Protokoll mit anderen Eigenschaften ausgewählt als für die Datenintegration in ein MES-System. Auf der anderen Seite war es nur so möglich, dem ursprünglichen Ziel einen breiten Einblick in das Gebiet der Protokollauswahl zu erlangen.

Die COVID-19-Pandemie führte zudem zu einer Einschränkung bei der Durchführung der Experteninterviews. Vorgesehen waren persönlich durchgeführte Interviews in den Unternehmen der Experten, die grundsätzlich eine bessere Wahrnehmung des Sichtweisen Experten ermöglicht. Als Alternative sind die Interviews online mit Hilfe der Softwares „Zoom“, „Microsoft Teams“ und „GoToMeeting“ durchgeführt worden.

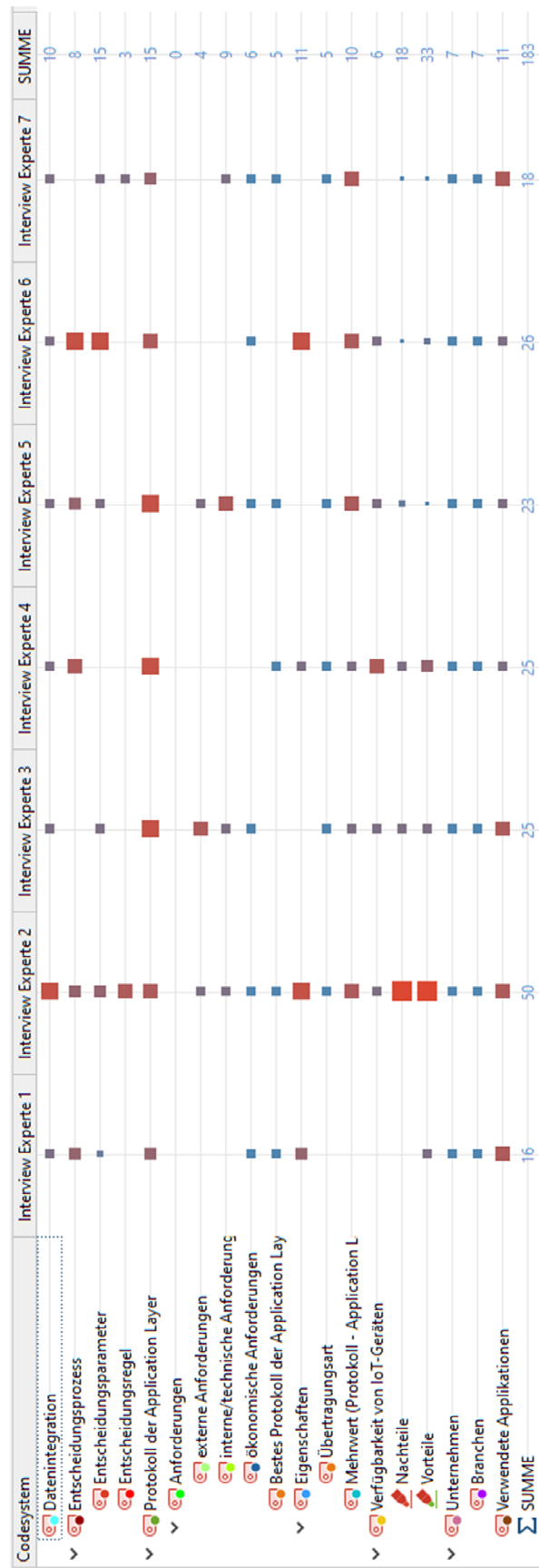


Abbildung 4: Zusammenfassung der Codes (eigene Darstellung)

4 Zusammenfassung und Fazit

In dieser Arbeit wurde der Entscheidungsprozess zur Protokollauswahl auf der Application Layer mit den dazugehörigen Entscheidungsparametern untersucht. Hierfür ist die Methode der Experteninterviews und eine qualitative Inhaltsanalyse verwendet worden. Ziel der Untersuchung war es, mit Hilfe eines halbstrukturierten Leitfadens Experteninterviews durchzuführen, um Erkenntnisse und ein Verständnis über den Entscheidungsprozess zur Protokollauswahl der Application Layer und die Entscheidungsparameter zu erlangen. Diese Zielsetzung ist zum Teil erreicht, da grundsätzlich Entscheidungsparameter identifiziert werden können. Allerdings besteht bei den befragten Experten kein klar definierter Entscheidungsprozess zur Protokollauswahl der Application Layer. Somit kann die Forschungsfrage nicht vollständig beantwortet werden.

In den Unternehmen der befragten Experten werden verschiedene Protokolle der Application Layer für unterschiedliche Projekte genutzt, sodass Protokolle im Rahmen von Projekten von Bedeutung sind. Durch die Untersuchung lassen sich neue Erkenntnisse zu Entscheidungsparametern der Protokollauswahl der Application Layer gewinnen. Hier ist eine Liste möglicher Entscheidungsparametern zu nennen, wenn gleich systematische Entscheidungsregeln nur bedingt identifiziert werden konnten. Darüber hinaus bestätigen die Ergebnisse dieser Untersuchung die Erkenntnisse der Literatur (Elhadi *et al.*, 2018; Salazar Ch. *et al.*, 2018) weitgehend, dass bei der Protokollauswahl der Application Layer weiterhin ein Standard fehlt und deshalb ein Protokollauswahlprozess grundsätzlich notwendig ist.

Weiterführende Forschungsarbeiten können aufbauend auf diesen Ergebnissen ein Entscheidungsmodell entwickeln, indem die identifizierten Entscheidungsparameter einer anwendungsspezifischen Gewichtung unterzogen werden. Im Anschluss können die zur Verfügung stehenden Protokolle eingeordnet werden. Anhand von Entscheidungsregeln wird festgelegt, in welcher Reihenfolge welche Aspekte geprüft werden sollen. Außerdem sollte die in dieser Arbeit vorgenommene Beschränkung auf die Application Layer ausgeweitet werden. Vor allem im Hinblick auf den Protokolleinsatz in der Middleware besteht hier noch Forschungsbedarf.

Dieser Forschungsarbeiten fanden im Rahmen des Projektes OberA aus dem FuE-Programm "Informations- und Kommunikationstechnik" des bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Energie und Technologie (IUK-1709-0011//IUK530/010), eingereicht durch die Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (FHWS), statt.

5 Literaturverzeichnis

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. und Ayyash, M. (2015): „Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications“, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Bd. 17, Nr. 4, S. 2347–2376.
- Atzori, L., Iera, A. und Morabito, G. (2010): „The Internet of Things: A survey“, Computer Networks, Bd. 54, Nr. 15, S. 2787–2805.
- Bandyopadhyay, S., Sengupta, M., Maiti, S. und Dutta, S. (2011), „Role Of Middleware For Internet Of Things: A Study“, International Journal of Computer Science & Engineering Survey, Bd. 2 Nr. 3, S. 94–105.
- Becker, J., Knackstedt, R., Pfeiffer, D. und Janiesch, C. (2007): „Configurative method engineering-on the applicability of reference modeling mechanisms in method engineering“. In Hoxmeier, J. A. und Hayne, S. (Hg.), Reaching new heights: 13th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2007, Keystone, CO, USA, 09.-12.08.2007, Association for Information Systems, Atlanta, GA, USA, S. 3399–3410.
- Bogner, A., Littig, B. und Menz, W. (2014): „Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung“, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Cereda, P. R. M. und Neto, J. J. (2017), „A middleware architecture for adaptive devices“, Vortrag während International workshop on Adaptive Technology (WAT 2017), Madeira, Portugal, 16.-19.05.2017. Procedia Computer Science, Bd. 109, S. 1158–1163.
- Chaqfeh, M. A. und Mohamed, N. (2012), „Challenges in middleware solutions for the internet of things“, in Sloot, P. (Hg.), “2012 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)”, Denver, 21.-25.05.2012, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 21–26.
- Cruz, M. A. A. da, Rodrigues, J. J. P. C., Al-Muhtadi, J., Korotaev, V. V. und Albuquerque, V. H. C. de (2018), „A Reference Model for Internet of Things Middleware“, IEEE Internet of Things Journal, Bd. 5 Nr. 2, S. 871–883.
- Diaz, M., Rubio, B. und Troya, J. M. (2005), „A Coordination Middleware for Wireless Sensor Networks“, in Dini, P., Lorenz, P., Cherkaoui, S., Mynbaev, D., Rodrigues, J. J., Hafid, A., Zepernick, H.-J. und Zheng, J. (Hg.), 2005 Systems Communications (ICW'05, ICHSN'05, ICMCS'05, SENET'05), Montreal, Canada, 14.-17.08.2005, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, S. 377–382.
- Dresing, T. und Pehl, T. (2010): „Transkription“. In Mey, G. und Mruck, K. (Hg.), Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie, 1. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 723–733.

- Elhadi, S., Marzak, A. und Sael, N. (2019): „Operating models of application protocols“. In Mohamed, B. A., Karašo, İ. R., Saadane, R., Mtalaa, W. und Abdelhakim, B. A. (Hg.), Proceedings of the 4th International Conference on Smart City Applications - SCA '19, Casablanca, Marokko, 02.-04.10.2019, ACM Press, New York, USA, S. 1–7.
- Elhadi, S., Marzak, A., Sael, N. und Merzouk, S. (2018): „Comparative Study of IoT Protocols“. In Hamlich, M. (Hg.), The 2nd international conference on Smart Application and Data Analysis for Smart Cities (SADASC'18), Casablanca, Marokko, 27.-28.02.2018, Elsevier, Amsterdam, Niederlande.
- Eugster, P. T., Felber, P. A., Guerraoui, R. und Kermarrec, A.-M. (2003): „The many faces of publish/subscribe“, ACM Computing Surveys, Bd. 35, Nr. 2, S. 114–131.
- Farahzadi, A., Shams, P., Rezazadeh, J. und Farahbakhsh, R. (2018), „Middleware technologies for cloud of things: a survey“, Digital Communications and Networks, Bd. 4 Nr. 3, S. 176–188.
- Fersi, G. (2015), „Middleware for Internet of Things: A Study“, in O'Conner, L. (Hg.), 2015 International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS), Fortaleza, Brasilien, 10.-12.06.2015, IEEE, Los Alamitos, CA, USA, S. 230–235.
- Fettke, P. (2009), „How Conceptual Modeling Is Used“, Communications of the Association for Information Systems, Bd. 25 Nr. 43, S. 571–592.
- Fettke, P. und Loos, P. (2003): „Classification of reference models: a methodology and its application“, Information Systems and e-Business Management, Bd. 1, Nr. 1, S. 35–53.
- Fettke, P. und Loos, P. (2004), „Referenzmodellierungsforschung“, Wirtschaftsinformatik, Bd. 46 Nr. 5, S. 331–340.
- Gartner, Inc. (2015): „Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor“, verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2015-08-18-gartners-2015-hype-cycle-for-emerging-technologies-identifies-the-computing-innovations-that-organizations-should-monitor> (abgerufen am 6. Oktober 2020).
- Gartner, Inc. (2018): „Gartner Identifies Five Emerging Technology Trends That Will Blur the Lines Between Human and Machine“, verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-08-20-gartner-identifies-five-emerging-technology-trends-that-will-blur-the-lines-between-human-and-machine> (abgerufen am 6. Oktober 2020).

- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. und Palaniswami, M. (2013), „Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions“, *Future Generation Computer Systems*, Bd. 29 Nr. 7, S. 1645-1660.
- Guth, J., Breitenbücher, U., Falkenthal, M., Fremantle, P., Kopp, O., Leymann, F. und Reinfurt, L. (2018), „A Detailed Analysis of IoT Platform Architectures: Concepts, Similarities, and Differences“, in Di Martino, B., Li, K.-C., Yang, L. T. und Esposito, A. (Hg.), *Internet of Everything: Algorithms, Methodologies, Technologies and Perspectives*, Internet of Things, Technology, Communications and Computing, Bd. 54, Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapur, S. 81–101.
- Guth, J., Breitenbucher, U., Falkenthal, M., Leymann, F. und Reinfurt, L. (2016): „Comparison of IoT platform architectures: A field study based on a reference architecture“, *2016 Cloudification of the Internet of Things (CIoT)*, Paris, Frankreich, 23.-25.11.2016, IEEE Communications Society, Piscataway, NJ, USA, S. 1–6.
- Heinzelman, W. B., Murphy, A. L., Carvalho, H. S. und Perillo, M. A. (2004), „Middleware to support sensor network applications“, *IEEE Network*, Bd. 18 Nr. 1, S. 6–14.
- Hill, J., Szewczyk, R., Woo, A., Hollar, S., Culler, D. und Pister, K. (2000), „System architecture directions for networked sensors“, in Rudolph, L. und Gupta, A. (Hg.), *Proceedings of the ninth international conference on Architectural support for programming languages and operating systems*, Cambridge, MA, USA, 12.-15.11.2000, ACM, New York, NY, USA, S. 93–104.
- Ismail, A. und Kastner, W. (2016), „A middleware architecture for vertical integration“, Vortrag während 2016 1st International Workshop on Cyber-Physical Production Systems (CPPS), Wien, Österreich, 4.12.2016, IEEE, Piscataway, NJ, USA S. 1–4.
- Kaiser, R. (2014): „Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung“, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Khalid, Z., Khalid, U., Sarijari, M. A., Safdar, H., Ullah, R., Qureshi, M. und Rehman, S. U. (2019), „Sensor virtualization Middleware design for Ambient Assisted Living based on the Priority packet processing“, in Shakshuki, E. (Hg.), *The 10th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT)*, Löwen, Belgien, 29.04.-02.05.2019, Elsevier, Amsterdam, S. 345–352.
- Khan, I., Belqasmi, F., Glitho, R., Crespi, N., Morrow, M. und Polakos, P. (2016), „Wireless sensor network virtualization: A survey“, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Bd. 18 Nr. 1, S. 553–576.

- Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R. und Khan, S. (2012): „Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges“. In Guerrero, J. E. (Hg.), 2012 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, Islamabad, Pakistan, 17.-19.12.2012, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 257–260.
- Klötzer, C. und Pflaum, A. (2017), „Toward the Development of a Maturity Model for Digitalization within the Manufacturing Industry’s Supply Chain“, in Bui, T. und Sprague, R. (Hg.), Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Big Island, Hawaii, 04.-07.01.2017, Universität von Hawaii, Manoa, USA, S. 4210–4219.
- Kokkonis, G., Chatzimparmpas, A. und Kontogiannis, S. (2018), „Middleware IoT protocols performance evaluation for carrying out clustered data“, Vortrag während 2018 South-Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Society Media Conference (SEEDA_CECNSM), Kastoria, Griechenland, 22.-24.09.2018, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 1–5.
- Kondratenko, Y., Kondratenko, G. und Sidenko, I. (2018), „Multi-criteria decision making for selecting a rational IoT platform“, Vortrag während Proceedings of 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT’2018), Kiew, Ukraine, 24.-27.05.2018, IEEE, Piscataway, NJ, S. 147–152.
- Kuckartz, U. (2010): „Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten“, Lehrbuch, 3. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kuckartz, U. und Rädiker, S. (2010): „Computergestützte Analyse (CAQDAS)“. In Mey, G. und Mruck, K. (Hg.), Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie, 1. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 734–750.
- Li, S., Xu, L. D. und Zhao, S. (2015): „The internet of things: a survey“, Information Systems Frontiers, Bd. 17, Nr. 2, S. 243–259.
- Madakam, S., Ramaswamy, R. und Tripathi, S. (2015), „Internet of Things (IoT): A Literature Review“, Journal of Computer and Communications, Bd. 3 Nr. 5, S. 164–173.
- Melik-Merkumians, M., Baier, T., Steinegger, M., Lepuschitz, W., Hegny, I. und Zoitl, A. (2012), „Towards OPC UA as portable SOA middleware between control software and external added value applications“, Vortrag während 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), Krakau, Polen, 17.-21.09.2012, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 1–8.
- Meuser, M. und Nagel, U. (2009): „Das Experteninterview - konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlage“. In Pickel, S., Jahn, D., Lauth, H.-J. und Pickel, G. (Hg.), Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft: Neue

- Entwicklungen und Anwendungen, 1. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, S. 465–479.
- Ngu, A. H. H., Gutierrez, M., Metsis, V., Nepal, S. und Sheng, M. Z. (2017), „IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling technologies“, IEEE Internet of Things Journal, Bd. 4 Nr. 1, S. 1–20.
- Ott, A. Dobhan, A (2020): „Die Akzeptanz webbasierter EDI-Anwendungen durch kleine Unternehmen.“ In: *Mobility in a Globalised World*, Bd. 23, S. 225.
- Ouedraogo, C. A., Medjiah, S., Chassot, C. und Drira, K. (2018), „Enhancing Middleware-based IoT Applications through Run-Time Pluggable QoS Management Mechanisms. Application to a oneM2M compliant IoT Middleware“, The 9th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies, Porto, Portugal, 08.-11.05.2018, *Procedia Computer Science* Bd. 130, S. 619–627.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. und Georgakopoulos, D. (2014a), „Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey“, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Bd. 16 Nr. 1, S. 414–454.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. und Georgakopoulos, D. (2014b), „Sensing as a service model for smart cities supported by Internet of Things“, *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, Bd. 25 Nr. 1, S. 81–93.
- Radanliev, P., Roure, D. C. de, Nicolescu, R., Huth, M., Montalvo, R. M., Cannady, S. und Burnap, P. (2018), „Future developments in cyber risk assessment for the internet of things“, *Computers in Industry*, Bd. 102, S. 14–22.
- Rausch, T., Nastic, S. und Dustdar, S. (2018), „EMMA: Distributed QoS-Aware MQTT Middleware for Edge Computing Applications“, in Channdra, A., Li, J., Cai, Y. und Guo, T. (Hg.), 2018 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E), Orlando, Florida, USA, 17.-20.04.2018, IEEE Computer Society, Piscataway, NJ, USA, S. 191–197.
- Rayes, A. und Salam, S. (2017): „Internet of Things From Hype to Reality“, Springer International Publishing AG, Cham, Schweiz.
- Razzaque, M. A., Milojevic-Jevric, M., Palade, A. und Clarke, S. (2016): „Middleware for Internet of Things: A Survey“, *IEEE Internet of Things Journal*, Bd. 3, Nr. 1, S. 70–95.
- Sahingoz, O. K. und Sonmez, A. C. (2007): „Agent-Based Fault Tolerant Distributed Event System“, *Computing and Informatics*, Bd. 26, Nr. 5, S. 489–506.
- Salazar Ch., G. D., Venegas, C., Baca, M., Rodriguez, I. und Marrone, L. (2018): „Open Middleware proposal for IoT focused on Industry 4.0“. In Carrillo, H. (Hg.), 2018 IEEE 2nd Colombian Conference on Robotics and Automation (CCRA), Barranquilla, Kolumbien, 01.-03.11.2018, IEEE, Red Hook, NY, USA, S. 1–6.

- Salman, T. und Jain, R. (2017): „A Survey of Protocols and Standards for Internet of Things“, *Advanced Computing and Communications*, Bd. 1, Nr. 1.
- Sethi, P. und Sarangi, S. R. (2017): „Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications“, *Journal of Electrical and Computer Engineering*, Bd. 2017, S. 1–25.
- Sheng, Z., Yang, S., Yu, Y., Vasilakos, A., Mccann, J. und Leung, K. (2013), „A survey on the ietf protocol suite for the internet of things: standards, challenges, and opportunities“, *IEEE Wireless Communications*, Bd. 20 Nr. 6, S. 91–98.
- Spiess, P., Karnouskos, S., Guinard, D., Savio, D., Baecker, O., Souza, L. M. S. de und Trifa, V. (2009), „SOA-Based Integration of the Internet of Things in Enterprise Services“, in Damiani, E. (Hg.), *IEEE International Conference on Web Services*, Los Angeles, CA, USA, 06.-10.07.2009, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 968–975.
- Stojkoska, B. L. R. und Trivodaliev, K. v. (2017), „A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 140 Nr. 3, S. 1454–1464.
- Tan, L. und Wang, N. (2010), „Future internet: The Internet of Things“, in Wen, D., Wang, R. und Xie, Y. (Hg.), *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, Chengdu, China, 20.-22.08.2010, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 376–380.
- Tandale, U., Momin, B. und Seetharam, D. P. (2017): „An empirical study of application layer protocols for IoT“. In IEEE (Hg.), *International Conference on Energy, Communication, Data Analytics & Soft Computing (ICECDS)*, Chennai, Indien, 01.-02.08.2017, IEEE, Piscataway, NJ, S. 2447–2451.
- Tavana, M., Hajipour, V. und Oveisi, S. (2020): „IoT-based enterprise resource planning: Challenges, open issues, applications, architecture, and future research directions“, *Internet of Things*, Bd. 11.
- Tesch, J. F., Brillinger, A.-S. und Bilgeri, D. (2017): „Internet of Things Business Model Innovation and the stage-gate Process: An exploratory Analysis“, *International Journal of Innovation Management*, Bd. 21, Nr. 5, S. 1–19.
- Thangavel, D., Ma, X., Valera, A., Tan, H.-X. und Tan, C. K.-Y. (2014), „Performance evaluation of MQTT and CoAP via a common middleware“, *2014 IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP)*, Singapore, 21.-24.04.2014, IEEE, Piscataway, NJ, S. 1–6.
- Wang, M.-M., Cao, J.-N., Li, J. und Dasi, S. K. (2008), „Middleware for Wireless Sensor Networks: A Survey“, *Journal of Computer Science and Technology*, Bd. 23 Nr. 3, S. 305–326.

- Weichbold, M. (2019): „Pretest“. In Baur, N. und Blasius, J. (Hg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, S. 349–356.
- Wendzel, S. (2018): „IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung“, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- Weyrich, M. und Ebert, C. (2016), „Reference Architectures for the Internet of Things“, *IEEE Software*, Bd. 33 Nr. 1, S. 112–116.
- Whitmore, A., Agarwal, A. und Da Xu, L. (2015), „The Internet of Things-A survey of topics and trends“, *Information Systems Frontiers*, Bd. 17 Nr. 2, S. 261–274.
- Wu, M., Lu, T.-J., Ling, F.-Y., Sun, J. und Du Hui-Ying (2010), „Research on the architecture of Internet of Things“, in Wen, D., Wang, R. und Xie, Y. (Hg.), *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, Chengdu, China, 20.-22.08.2010, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 484–487.
- Xu, L. D., He, W. und Li, S. (2014), „Internet of Things in Industries: A Survey“, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Bd. 10 Nr. 4, S. 2233–2243.
- Yang, D.-L., Liu, F. und Liang, Y.-D. (2010), „A Survey of the Internet of Things“, in Lou, X. (Hg.), *Proceedings of the 2010 International Conference on E-Business Intelligence*, Guangzhou, China, 07.-09.05.2010, Atlantis Press, Paris, Frankreich, S. 358–366.
- Yang, Z., Yue, Y., Yang, Y., Peng, Y., Wang, X. und Liu, W. (2011), „Study and application on the architecture and key technologies for IOT“, Vortrag während *2011 International Conference on Multimedia Technology*, Hangzhou, China, 26.-28.07.2011, IEEE, Piscataway, NJ, USA, S. 747–751.
- Yassein, M. B., Shatnawi, M. Q. und Al-zoubi, D. (2016): „Application layer protocols for the Internet of Things: A survey“. In IEEE und IARES (Hg.), *2016 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS'2016)*, Agadir, Marokko, 22.-24.09.2016, IEEE, Piscataway, NJ, S. 1–4.

Computer-Vision-Systeme im Behältermanagement

Alexander Dobhan

Leiter des ERP-Labors sowie Professor für Business Process Management & Business Applications an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg – Schweinfurt, Konrad-Zuse-Straße 2, 97421 Schweinfurt, alexander.dobhan@fhws.de

Otto Rein

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg – Schweinfurt

Dominik Goletz

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg – Schweinfurt

Hani Alyones

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg – Schweinfurt

1	Einleitung.....	117
2	Behältermanagement	118
3	Computer-Vision-Systeme im Behältermanagement.....	121
4	Laborstudie	125
5	Fazit	132
6	Literaturverzeichnis	133

Abstract:

Dem Management von Mehrwegbehältern kommt in der nachhaltigen Logistik eine zentrale Bedeutung zu. Gleichzeitig sorgen Inlays und steigenden Behälteranforderungen durch die Robotik für Variantenreichtum hinsichtlich der Behälter. Die Digitalisierung und teilweise Automatisierung kann, die Effizienz und die Transparenz des Behältermanagements steigern. Ziel dieses Beitrags ist es, mit einer entsprechenden Studie in einer Laborumgebung zu zeigen, wie Computer-Vision-Systeme zur Digitalisierung im Behältermanagement beitragen können.

JEL Classification: M11, M15

Keywords: Behältermanagement, Computer Vision, IoT-Architektur, Objekterkennung, Defekterkennung.

1 Einleitung

Stichworte wie Reverse Logistics oder Green Logistics sind auf der einen Seite schon lange Teil der wissenschaftlichen Forschung auf der anderen Seite auch unabdingbare Forschungsbereiche auf dem Weg hin zu einer Steigerung der Nachhaltigkeit. Im folgenden Diagramm (siehe Abbildung 1) ist das Wachstum des globalen Marktes für Reverse Logistics zu sehen, dass deren Bedeutung einmal mehr klar unterstreicht.

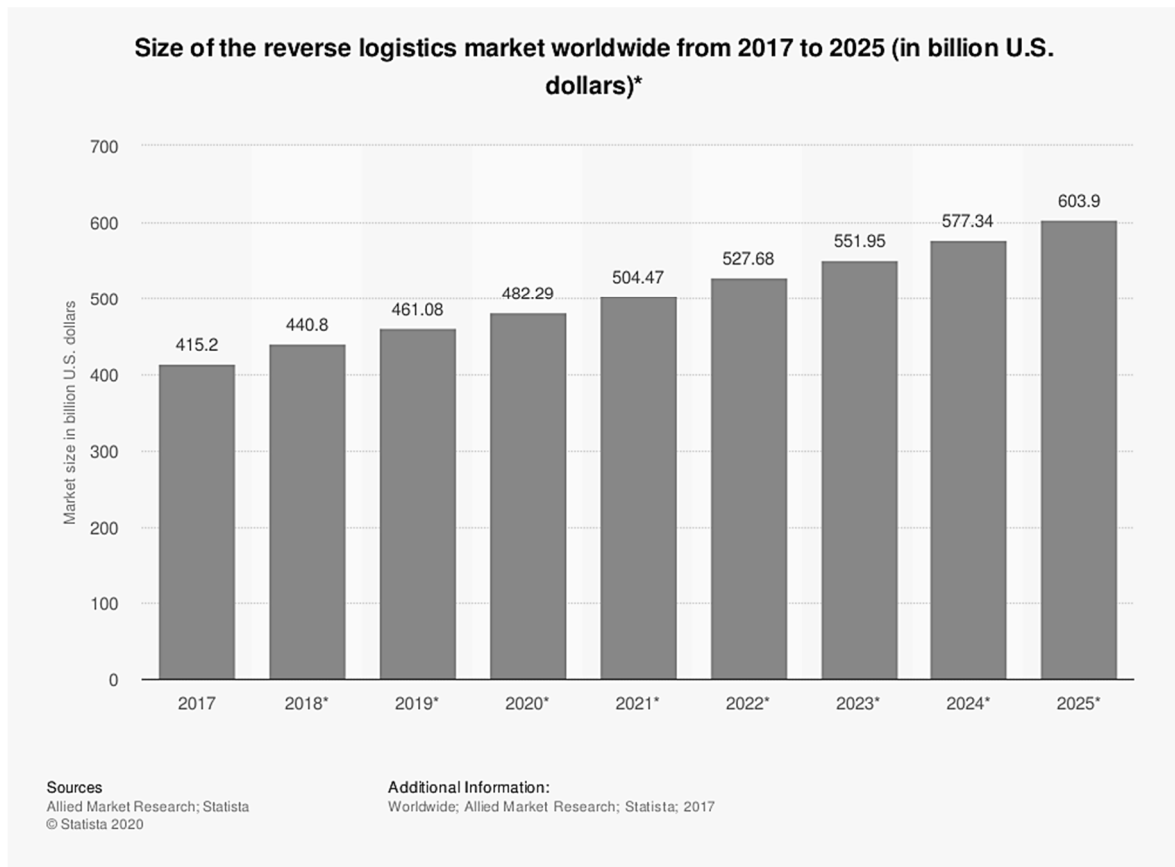


Abbildung 1: Größe des weltweiten Marktes der Rückführungslogistik von 2017 bis 2025 (in Mrd. US-Dollar). Quelle: Statista (2020)

Beide Konzepte, Reverse Logistics und Green Logistics beinhalten den Gebrauch von Mehrwegbehältern als Alternative zu Einwegbehältern. Entsprechend nimmt der Bedarf am Management von Mehrwegbehältern zu. Essentiell für ein effektives Behältermanagement ist das Management von Behälterbeständen. Sind diese transparent und bekannt, können Aktivitäten wie Transport, Reinigung oder Sortierung zielgerichtet eingeplant und ausgeführt werden. Die Grundlage für das Behältermanagement ist die häufig labelbasierte Behältererkennung mit Barcode oder RFID. Bildverarbeitungssysteme können dort zum Einsatz kommen, wo aus Flexibilitäts-, Komplexitäts- oder Kostengründen eine Belabelung nicht möglich ist und Qualitätskontrollen unterstützt werden. Der Fokus dieses Beitrags liegt dabei auf Kleinladungsträgern mit den dazugehörigen Inlays (wie zum Beispiel Blister). In der Betrachtung der Inlays,

die einen erheblichen Anteil am Behältermanagement darstellen, wird auch das Potenzial der Bildverarbeitung deutlich. Mit Hilfe von Bildverarbeitungssystemen können die einzelnen Bilder mit Hilfe traditioneller Methoden oder aber mit Hilfe von Deep Learning Methoden verglichen und dann über deren Ähnlichkeiten entschieden werden. Erste Vorstudien mit traditionellen Methoden der Bilderkennung zeigen, dass diese im Hinblick auf die Behälter an Grenzen stoßen. Dies ist im Variantenreichtum auf Grund der Inlays, der Schwierigkeit bei der Erkennung von Defekten (Ölfilm, Risse) und der Geschwindigkeit (<10s pro Behälter) begründet. Die erkannten Daten müssen wie bereits vorhandene oder ebenfalls neugeschaffenen Rückmeldedaten in den Geschäftsprozess integriert und dem Planungssystem zugeführt werden, um die Automatisierungspotenziale zu nutzen. Dabei sind zum Beispiel Losgrößen zu berücksichtigen, Stammdatenkonsistenz zu gewährleisten und doppelte Stammdatenpflege zu vermeiden. Aus diesen Herausforderungen ergibt sich das Hauptziel des vorliegenden Beitrags: Die Entwicklung und beispielhafte Implementierung einer Architektur zur Objekterkennung im Behältermanagement, sowie das Aufzeigen grundlegender Potenziale und Probleme im Hinblick auf Behältererkennung und Defekterkennung.

Dazu werden im nachfolgenden Beitrag nach einem kurzen Literaturüberblick zu den Themen Behältermanagement und Objekterkennung der Aufbau einer Laborumgebung zur Objekterkennung im Behältermanagement dargestellt und erste Ergebnisse einer einfachen Infrastruktur vorgestellt.

2 Behältermanagement

Der Grundgedanke des Behältermanagements ist die rechnergestützte Verwaltung, Bewirtschaftung und Finanzierung unterschiedlichster Ladungsträger. (Martin, 2016, S. 86) Bei bestmöglicher Abstimmung der Behälter auf die Randbedingungen wird ein synchronisierter Materialfluss über alle Partner der Lieferkette ermöglicht. (Klug, 2016, S. 466) Von besonderer Wichtigkeit im Behältermanagement ist die effektive Einsetzung der im Behälterkreislauf verwendeten Behälter. Hierbei ist die Transparenz in Warenbewegungen und dem Bestand eine Grundvoraussetzung, um eine hohe Versorgungssicherheit garantieren zu können und gleichzeitig den Bestand so gering wie möglich zu halten. (Schäflein und Raab, 2016, S. 227)

Im Allgemeinen wird zwischen Ein- und Mehrwegbehältern unterschieden. Einwegbehälter werden nur für einen Transportlauf verwendet und nach der Verwendung entsorgt. Mehrwegbehälter werden im Gegensatz dazu mindestens zweimal genutzt. (Hofmann und Bachmann, 2013, S. 18) Allgemein lassen sich die Mehrwegbehälter in die Kategorien Klein-Ladungs-Träger (KLT) und Groß-Ladungs-Träger (GLT), zu denen auch die Grundladungsträger gehören, unterteilen. (Schäflein und Raab, 2016, S. 207–209) KLT haben eine maximale Grundfläche von 400mm mal 600mm und

sind zum Teil genormt. KLT bestehen zumeist aus lackiertem oder legiertem Stahlblech, oder buntem Kunststoff. So können KLT auf- oder ineinander gestapelt oder geschachtelt werden. Zudem besitzen KLT die Eigenschaften der Schlag- und Stoßfestigkeit und haben zumeist eine glatte Bodenfläche. (Martin, 2016, S. 62–64) Im Übrigen werden KLT nicht vereinzelt, sondern konsolidiert auf einem GLT (Palette) in einen Behälterkreislauf eingeführt. (Schäflein und Raab, 2016, S. 208) Oft wird der Behälterbegriff mit Begriffen wie Einsätzen, Inlays und Blister-Trays in Verbindung gebracht. Diese Begrifflichkeiten beziehen sich auf den Tablett-Einsatz, der oft in standardisierte KLT gelegt wird. (Sobottka *et al.*, 2014, S. 306)

Behälterkreisläufe stehen im Fokus des Behältermanagements. Demnach befinden sich Mehrwegbehälter in einem konstanten Kreislauf. Dieser Kreislauf setzt sich sowohl aus Voll- und Leertransporten als auch aus Instandhaltungsmaßnahmen zusammen. Eine Unterscheidung findet zwischen unternehmensinternen geschlossenen Behälterkreisläufen, unternehmensübergreifenden geschlossenen Behälterkreisläufen und unternehmensübergreifenden offenen Behälterkreisläufen statt. Im unternehmensinternen geschlossenen Behälterkreislauf besitzt jede organisatorische Abteilung einer Lieferkette eigene interne Kreisläufe. (Hofmann und Bachmann, 2013, S. 18–20)

Um der sporadischen Herangehensweise einiger Unternehmen entgegenzuwirken, ist es von Nöten dem Thema Behältermanagement mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Bei diesem Ansatz sollen vor allem die Bereiche der operativen Behälterbewirtschaftung, der Organisation des Behältermanagements, der Finanzierung der Behälter, der IT-Unterstützung und der Behälterentwicklung umfasst werden. (Bachmann, 2006, S. 52)

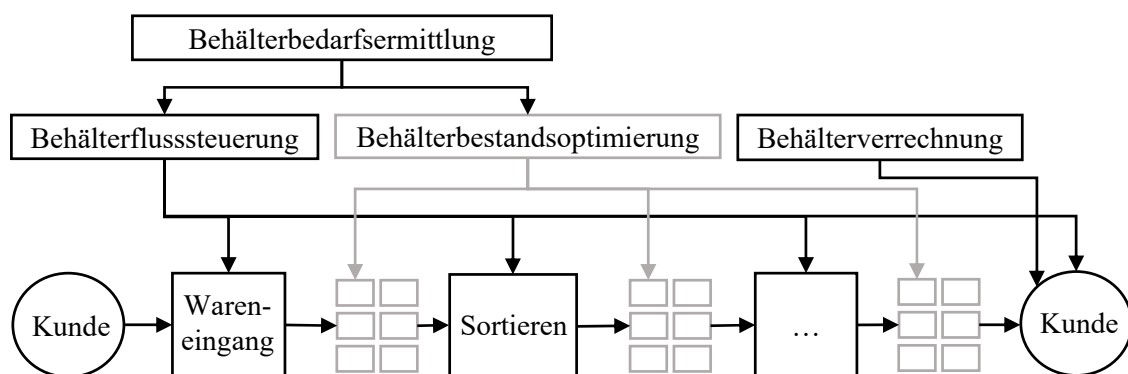


Abbildung 2: Übersicht des Behältermanagements

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bachmann, 2006, S. 52

Das Behältermanagement wird als operative Behälterbewirtschaftung verstanden, die üblicherweise in die Tätigkeitsbereiche Behälterbedarfsermittlung, Behälterbestandsführung, Behälterflusssteuerung, Performance-Messung und Behälterverrechnung

aufgeteilt werden kann. Der Bedarf an Behältern wird im Rahmen der Behälterbedarfsermittlung aus der Nachfrage an den zu transportierenden Waren ermittelt. Als Basis hierbei werden andere unternehmerische Planungsrechnungen wie Produktions-, Absatz-, oder Beschaffungspläne genutzt. (ebd., S. 52) Mit dem Ergebnis der Bedarfsermittlung werden Behälterbestände geplant (siehe Abbildung 2). Mit Hilfe der Behälterbestandsführung wird die Behälterverfügbarkeit überprüft. Die Behälterbestandsführung dient der fortlaufenden Erfassung der Behälterbestände, um ermitteln zu können, ob die bei der Bedarfsermittlung festgestellten Behältermengen mit den bestehenden Kapazitäten gedeckt werden können. Letztendlich sind die Behälterbestände auch ein Ergebnis der Behälterflusssteuerung. Abhängig von der Menge und Art der Transportabläufe wird die Behälterflusssteuerung in mehrere Teilgebiete unterteilt. Üblicherweise beinhaltet die Behälterflusssteuerung die Kontrolle der Behälterbereitstellung, des Hauptlaufes und des Rücktransports der Behälter zum Leergutlager. Zur Behälterflusssteuerung ist die Einsicht in die Behälterbestände unabdingbar. (ebd., S. 52) Im Zuge der Behälterverrechnung werden schließlich die im Bezug zu den Behälterkreisläufen anfallenden Kosten und die Kosten des Managements dokumentiert und den einzelnen Verursachern der Kosten zugerechnet. (Bachmann, 2006, S. 53).

Die Aufgaben des Behältermanagements (siehe Abbildung 3) haben das Ziel, den Behälterfluss und die Behälterbestände in einer Supply Chain zielgerichtet zu koordinieren. Wird das Behältermanagement von einem Dienstleister übernommen, erhält dieser die Behälter vom Kunden (nach Gebrauch) oder bei Neuware direkt vom Behälterhersteller. Die Behälter werden dann vom Dienstleister aufbereitet und bedarfsgerecht wieder in den Kreislauf eingebracht. Die Abnehmer der Behälter sind die Lieferanten des Kunden (Lieferantenkreislauf). Diese benötigen die Behälter zur Anlieferung ihrer Vorprodukte beim Kunden. Der Kunde selbst wiederum verwendet die Behälter für die Lieferung der Ware zu seinen Kunden (Kundenkreislauf). Die Aufgaben der Behälterbearbeitung ist in beiden Kreisläufen gleich, lediglich die Quelle und die Senke unterscheiden sich. (Schäfflein und Raab, 2016, S. 211) Die Behälteraufbereitung startet zunächst damit, dass bei gemischten Paletten die einzelnen Behälter und Inlays sortiert werden. Danach wird das Leergut dann (zum Beispiel in einer Durchlaufreinigungsanlage) gereinigt. (ebd., S. 211–217) Nachdem die Behälter gereinigt sind, werden diese mit Material befüllt. Im Anschluss findet eine Einlagerung beim Lager des Herstellers statt. Auf Anforderung des Kunden wird ein Transport der jeweiligen Behälter zum Lager des Kunden durchgeführt und die Behälter werden im Kundenlager eingelagert. Beim Kunden werden die Behälter bei Bedarf der Ware zum Verbrauchsort transportiert und im nachfolgenden Schritt ver-

wendet. Nun sind die Behälter wieder Leergut und werden an den Hersteller zurückgeführt. Bei Eintreffen der Behälter im Behältermanagement des Herstellers beginnt der Kreislauf von vorne. (Hofmann und Bachmann, 2006, S. 10)

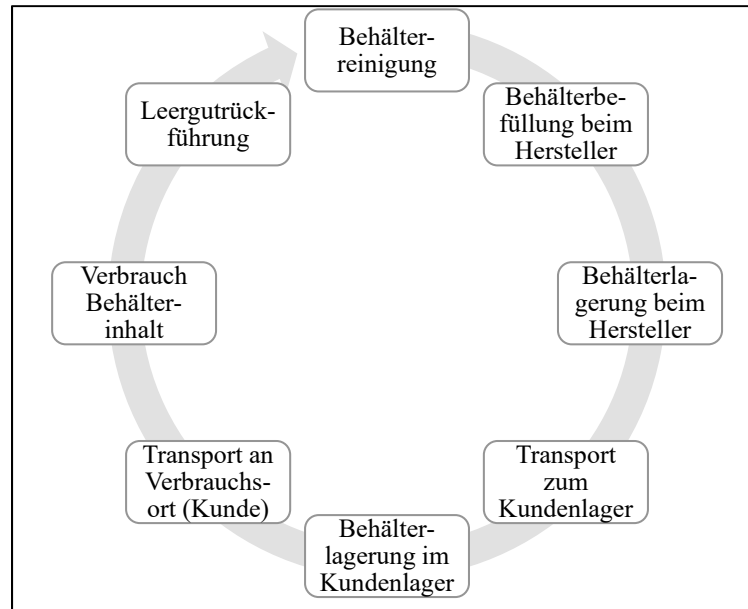


Abbildung 3: Unternehmensübergreifender Standardprozess

Quelle: In Anlehnung an Hofmann & Bachmann, 2006, S. 10

3 Computer-Vision-Systeme im Behältermanagement

Computer-Vision-Systeme allgemein:

Gerade für die Bestandführung und -flusssteuerung ist die Erkennung von Objekten eine Grundvoraussetzung der Automatisierung. Zur Objekterkennung in 2D-Bilddaten stellen Deep-Learning-Lösungen den Stand der Technik in der Industrie dar. (Thiel *et al.*, 2018, S. 1) In diesem Kapitel werden unterschiedliche Möglichkeiten von sogenannten Computer-Vision-Systeme aufgeführt und umschrieben.

Ein Computer-Vision-System ist ein System, das das Bild eines Objektes aufnimmt, speichert und dann das Objekt unter einer Vorauswahl an Objekten durch Bildanalyse erkennt. (Golnabi und Asadpour, 2007, S. 631) Abbildung 4 zeigt die grundlegende Architektur eines Computer-Vision-Systems. Die Abbildung zeigt, dass Beleuchtung und Position der Kameras für die spätere Bildverarbeitung von Bedeutung sind. Sobald ein Bild von dem Objekt gemacht wurde, wird das Bild analysiert und so das Objekt klassifiziert. Zur Defekterkennung wird durch das Computer-Vision-System über den Objektzustand entschieden. (Malamas *et al.*, 2003, S. 171–172).

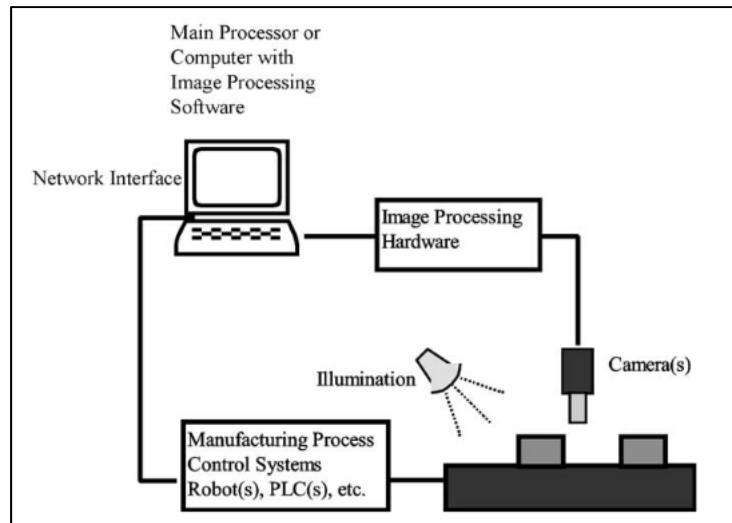


Abbildung 4: Allgemeine Architektur eines automatisierten Vision-Systems

Quelle: Malamas et al., 2013, S. 171–172

Der Betrieb eines Computer-Vision-Systems beinhaltet 4 Hauptschritte:

1. **Bildaufnahme:** Das Bild der Objekte ist der wichtigste erforderliche Input für die Systeme und wird durch die Kameras aufgenommen (Malamas *et al.*, 2003, S. 171–172).
2. **Bildverarbeitung:** Nachdem das Bild in Schritt 1 aufgenommen wurde, werden Störeffekte im Bild entfernt, z. B. unerwartete Reflexionen des Lichtsystems im Bild, schlechter Hintergrund usw. Zudem erfolgt eine Korrektur von Bildverzerrungen. Im Anschluss werden weitere Schritte zur Qualitätsverbesserung (typischerweise Binarisierung, Schwellenwertbildung, Größenänderung, Normalisierung usw.) angewendet (ebd., S. 171–172).
3. **Merkmalsextraktion:** Dieser Schritt zielt darauf ab, die relevanten Daten aus den erfassten Bildern zu extrahieren. Mit Hilfe der Merkmalsextraktion wird die Erkennung von Objekten auf den vorverarbeiteten Bildern ermöglicht (Kumar und Bhatia, 2014, S. 194). Die Merkmale der Merkmalsextraktion werden in zwei Kategorien eingeteilt: globale Bildmerkmale, die sich auf das gesamte Bild beziehen, und lokale Merkmale, die einzelne Bildbereiche betreffen (Lisin *et al.*, 2005).
4. **Entscheidungsfindung:** Basierend auf dem Anwendungsbereich der Bildverarbeitungssysteme und den spezifischen Anforderungen des Benutzers werden die extrahierten Merkmale miteinander kombiniert, um eine Entscheidung zu treffen. Die Anforderungen an industrielle Bildverarbeitungssysteme sind meist abhängig vom spezifischen Anwendungsbereich. Die größte Schwierigkeit besteht darin, die Genauigkeit der Computer-Vision-Algorithmen zu gewährleisten (Semeniuta *et al.*, 2018, S. 258). Dementsprechend sollten beim Einsatz eines Computer-Vision-Systems,

Methodiken zur Fehlerabschätzung angewendet werden (Batchelor und Whelan, 1997, S. 5–6).

Computer-Vision-Systeme zur Objekt- und Defekterkennung:

Zur Objekt- und vor allem auch zur Defekterkennung werden in der Literatur neuronale Netze vorgeschlagen, die Bilder auswerten und die Defekte auf den Oberflächen der Behälter oder Abweichungen in der Form erkennen (Laucka *et al.*, 2016; Qiaokang *et al.*, 2019). Beispielsweise stellen Yang *et al.* (2020) eine Methode zur Bilderfassung von Logistikverpackungen (Karton) vor, welche auf einem Support-Vector-Machine- (SVM)Ansatz basiert. Mit dessen Hilfe werden die Fehler bei Logistikverpackungen erkannt, die die verpackte Ware beschädigen könnten. Dazu zählen z. B. Oberflächenschäden, Verschmutzungen an der Verpackung oder Verformungen. Anhand der Methode werden die Bilder der Verpackungen zunächst ergraut und anschließend binarisiert. Verpackungsfehler werden herausgefiltert.

Poss *et al.* (2018) untersuchen verschiedene Behältervarianten in zwei BMW-Werken. Dabei erfolgt keine Behältervereinzelung, sondern vielmehr die Erkennung von Behältern auf Paletten oder auf Bildern mit mehreren unterschiedlichen Behältertypen. Dabei werden auch Geschwindigkeit und Umgebungsfaktoren analysiert. Zudem soll kein Aussortieren defekter oder verschmutzter Behälter erfolgen, sondern lediglich eine Erkennung auch dieser Behälter. Hierbei wurden u. a. neben der Beschriftung auch Verschmutzungen und wechselnde Umgebungen analysiert und die neuronalen Netze entsprechend trainiert. Zu einem flächendeckenden Einsatz kam es dann aufgrund der Erfolgsquote von unter 70 % bei der Behältererkennung nicht.

Einbindung von Computer-Vision-Systemen in die IoT-Architektur:

Die mit Hilfe der Bildverarbeitung gewonnenen Daten können mit Hilfe einer entsprechenden IT-Architektur zur automatisierten Unterstützung bei der Durchführung der Behältermanagement-Aufgaben genutzt werden (siehe Kapitel 2). Die IT-Architektur folgt dabei einer Referenzarchitektur, wie sie für die Verarbeitung von Sensordaten in der Literatur vorgeschlagen wird (Internet-of-Things(IoT)-Architektur). Eine derartige Architektur führt zum Beispiel Khan *et al.* (2012) ein (siehe Abbildung 5).

Die oberste Schicht der IoT-Architektur besteht aus der Business Layer, der Geschäftsschicht. Diese Schicht beinhaltet die Geschäftsprozesse, im Falle des Behältermanagements also die oben beschriebenen Aufgaben und Prozesse (Kapitel 2). Auf der zweiten Schicht befinden sich die Anwendungssysteme des Behältermanagements. Dazu zählen ERP-Systeme, Lagerhaltungssysteme oder Logistics Execution Systems. Dieser Schicht sind auch die Behältermanagementsysteme zuzuordnen.

Business Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ System Management ✓ Geschäftsmodelle ✓ Geschäftsprozessmodelle
Application Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Anwendungssoftware (z.B. Business Apps oder andere Geschäftssoftware, wie ERP-System oder BI-Tools)
Middleware Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrationskonzepte ✓ Datenbanken ✓ Architekturen und Plattformen
Network Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Übermittlungsprotokolle (wie z.B. http, LTE, 5G, etc.) ✓ Kommunikationsinfrastruktur
Perception Layer	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensoren ✓ Physische Objekte

Abbildung 5: IoT-Referenzarchitektur

Quelle: Khan *et al.* (2012)

Die Middleware Layer, die unter anderem zum Beispiel Datenbanken, Datenintegrationsfunktionalitäten oder Cloud-Plattformen beinhaltet, dient als Vermittler zwischen der Netzwerkschicht und der Application Layer. In der Unternehmenspraxis können das Design und die Aufgaben der Middleware je nach spezifischem Netzwerk unterschiedlich sein (Bernstein, 1996, S. 92). Zum Beispiel ist die Middleware-Schicht im Bereich der Datenverarbeitung hauptsächlich die Lösung der Datenheterogenitätsprobleme zugeordnet (wie Datenspeicherung, heterogener Datenzugriff und die Sicherheit der Informationen). (Wang *et al.*, 2015).

Die Aufgabe der Network Layer, der Netzwerk-Schicht ist die Übermittlung der Informationen, kommend von den Sensoren, durch unterschiedliche Netzwerktechnologien an die Middleware und auch die Application Layer. Die Perception Layer umfasst die physikalischen Objekte und vorhandenen Sensorvorrichtungen. Hierbei werden objektspezifische Informationen identifiziert und gesammelt. Die Art der Informationen ist abhängig vom jeweils verwendeten Sensor. Im Falle des Behältermanagements handelt es sich dabei letztlich um das Computer-Vision-System bzw. vielmehr um die Kamera als Sensor, während die zugeordnete Software (zumindest in der gezeigten Verwendung) eher der Middleware zugeordnet werden kann. Anschließend erfolgt die Weitergabe der Informationen an die nächsthöhere Schicht.

4 Laborstudie

Ausgestaltung der Studie:

Der Laboraufbau zielt auf die Integration von Daten zur Objekt- und Defekterkennung in ein Behältermanagementsystem ab (siehe Abbildung 6). Wird ein Defekt erkannt, wird eine entsprechende Buchung auf ein Sperrlager ausgeführt, ansonsten wird eine Bestandsbuchung für den Gutbestand initiiert (Business Layer).

Business Layer	Teilaufgaben „Erstellung Lieferschein“ und „Bestandsaktualisierung“ des Geschäftsprozesses „Behältermanagement“
Application Layer	Behältermanagementsystem (EIKONA) mit den Funktionalität „Lieferscheinerstellung“ und „Bestandführung“
Middleware Layer	Datenintegrationsplattform (LOBSTER) zur Ableitung einer Bestandsbuchung auf Basis der Kameradaten
Network Layer	Austausch .csv-Datei und SQL-Datenzugriff via LAN
Perception Layer	Kamerasystem (KEYENCE) zur Bildaufnahme

Abbildung 6: Architektur des Laboraufbaus

Quelle: Eigene Darstellung

Auf der Perception Layer wird für diese Studie ein Komplettsystem der Firma Keyence bestehend aus der Kamera CA-H500MX dem Bildverarbeitungscomputer CV-X450F, der Lichtsteuerung CA-DC60E und dem Lichtmodul CA-DRM20X verwendet. Für die Studie wird eine Pixelanzahl von 2.432x2.040, eine Verschlusszeit von 1/120ms und eine Empfindlichkeit von 7.0 verwendet. Die Verschlusszeit sorgt dafür, dass eine ausreichende Beleuchtungsstärke garantiert werden kann. Im ausgewählten Modus können mehrfach Bilder unter Änderung des Beleuchtungsmusters aufgenommen werden. Die Verknüpfung zwischen Application Layer und Perception Layer erfolgt auf dem Middleware Layer über die Software Lobster Data. Lobster Data ist eine Datenintegrationsplattform, mit der Daten zwischen Systemen transportiert, aber auch transformiert werden können. Technisch werden die Daten via LAN ausgetauscht. Die Schnittstellen sind über eine einfache Textdatei (Import/Export) und über den direkten Datenbankzugriff realisiert. Als Behältermanagementsoftware

auf dem Application Layer wird eine Software der Eikona AG verwendet, die beim Logistikdienstleister sprintBOX GmbH im Einsatz ist. Im Einzelnen beinhaltet die Software unter anderem Module zur Auftragsabwicklung, Depotverwaltung und Behälterbestandsführung im Behältermanagement.

Die nachfolgende Studie zielt darauf ab in der beschriebenen Umgebung die grundlegende Machbarkeit und Möglichkeiten der Objekt- und Defekterkennung im Behältermanagement aufzuzeigen und mögliche Probleme zu identifizieren ohne dabei den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Der Laboraufbau befindet sich im ERP-Labor der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt. Zudem wurde die Studie durch die sprintBOX GmbH unterstützt, die die entsprechenden Behälter und Inlays zur Verfügung gestellt hat. Die Auswahl der Behälter und der Inlays wurde in Zusammenarbeit mit dem Logistikdienstleister vor dem Hintergrund des praktischen Einsatzes und deren Bedeutung getroffen. Für die Studie wurden 20 unterschiedliche Behälter genutzt. Der Begriff Behälter beinhaltet im Folgenden immer auch die Inlays. (Zimmermann, 1972, S. 37; Kelteborn, 1994, S. 37; Koller, 1969, S. 15)

Studie zur Objekterkennung:

Nach der entsprechenden Konfiguration des Systems wurden zunächst Programme für die einzelnen Behälter erstellt und entsprechende Softwarewerkzeuge innerhalb der Keyence-Software ausgewählt. Zusätzlich wurden verschiedene Konfigurationsalternativen getestet und letztendlich die Alternative mit der schnellsten Verarbeitungszeit selektiert. Außerdem wurden die Behälter und deren Bilder entsprechend für die Studie in das System aufgenommen. Neben den Behältermaßen wurden die Muster des Behälters erkannt, um zum Beispiel gleich große Blister-Tablets mit einer unterschiedlichen Zahl an Vertiefungen voneinander unterscheiden zu können.

Im Folgenden werden nun die Versuchsdurchläufe zur Objekterkennung der Inlays erläutert. Es werden immer jeweils zwei Durchläufe unter gleichen Bedingungen durchgeführt. In Summe werden hier vier unterschiedliche Bedingungen berücksichtigt. Zunächst bei normaler Hintergrundbeleuchtung, ohne Hintergrundbeleuchtung, mit blauem Hintergrund unter den Inlays und mit heller Hintergrundbeleuchtung. Damit sollen unterschiedliche Beleuchtungssituationen in der Praxis simuliert werden. Die Beleuchtung stellt einen der Haupteinflussfaktoren bei der Objekterkennung mit Hilfe eine Kamera dar. Bei jedem Durchlauf werden die Inlays wieder in zufälliger Reihenfolge gescannt. Um die Übersichtlichkeit weiterhin gewährleisten zu können, werden diese in Tabelle 1 in geordneter Reihenfolge dokumentiert. Jedes Feld in Bezug auf ein gescanntes Objekt der Tabelle 1 gibt zu einem Inlay die Durchführungs-

zeit und die jeweilige Übereinstimmung zu dem Referenzbild an. Die Übereinstimmung muss hierbei mindestens 90 % betragen, um das Inlay als in Ordnung zu identifizieren.

Im ersten und zweiten Durchlauf werden die Inlays mit normaler Hintergrundbeleuchtung gescannt. Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, dass das System alle Inlays mit einer Übereinstimmung von mindestens 90 % erkennt. Hierbei kann man sehen, dass Inlay 1 bei beiden Durchläufen mit 9,5ms Durchführungszeit am schnellsten erkannt wird. Auch ist ersichtlich, dass Inlay 17 bei beiden Durchläufen am langsamsten mit 25,2ms und 24,2ms zu erkennen ist. Die durchschnittliche Durchführungszeit beim ersten Durchlauf beträgt 16,47ms und beim zweiten Durchlauf 16,24ms.

Im fünften und sechsten Durchlauf ist ein blauer Hintergrund unter dem gescannten Inlay. Zudem ist die Hintergrundbeleuchtung normal eingestellt. Tabelle 1 kann entnommen werden, dass Inlay 13 in beiden Durchläufen eine Übereinstimmung von 0 % hat und somit nicht erkannt wird. Ein möglicher Grund dafür ist, dass das Inlay 13 viele Löcher hat und fast weiß ist; in Verbindung mit dem sehr hellen Hintergrund des Tisches beim Referenzbild ist das Bild nicht sehr kontrastreich. Bei der Aufnahme mit einem blauen Hintergrund hingegen ist der Kontrast stärker und das System erkennt das Inlay nicht mehr. Alle anderen Inlays haben in beiden Durchläufen eine Übereinstimmung von mindestens 90 %. In beiden Durchläufen hat das Inlay 1 die schnellste Durchführungszeit mit 9,3ms und 9,1ms. Die langsamste Durchführungszeit in beiden Durchläufen hat das Inlay 17 mit 26,3ms und 25,2ms. Die durchschnittliche Durchführungszeit pro Inlay im fünften Durchlauf beträgt 16,675ms und im sechsten Durchlauf 16,695ms.

Die Hintergrundbeleuchtung im siebten und achten Durchlauf ist sehr hell eingestellt. In Tabelle 1 ist ersichtlich, dass das System einige Inlays nicht erkennt. So ist das System nicht in der Lage Inlay 2, Inlay 4, Inlay 13, Inlay 15, Inlay 16, Inlay 18, Inlay 19 und Inlay 20 zu erkennen. Bei genauerer Betrachtung dieser Inlays fällt vor allem auf, dass der Farbton aller Inlays nah an weiß ist. So ist es wahrscheinlich, dass bei einer Überbelichtung durch das Hintergrundlicht in Kombination mit dem Lichtblitz des Lichtmoduls die Farbe der Behälter nicht von der des Tisches zu unterscheiden ist. Alle anderen Inlays werden nach wie vor mit einer Übereinstimmung von mindestens 90 % erkannt. Auffällig ist auch, dass die Durchführungszeiten der nicht erkannten Inlays deutlich schneller sind. Die schnellste, langsamste und durchschnittliche Durchführungszeit dieser Versuche wird nicht berücksichtigt, da das Ergebnis durch das fehlerhafte Erkennen einiger Inlays stark verfälscht wird.

Damit das Programm die jeweiligen nicht erkannten Inlays aus den Durchläufen fünf, sechs, sieben und acht erkennen kann, müssen die Anwendungseinstellungen zu diesen Inlays um eine Bildaufbereitung ergänzt werden. Diese Bildaufbereitung wendet

einen Filter auf dem jeweiligen Bild an. Der für alle weiteren Durchläufe verwendete Filter ist die Realtime- Kontrastkorrektur. Dieser entfernt Intensitätsvariationen des Hintergrunds, um nur Teile mit scharfer Änderung zu extrahieren. Generell ist festzustellen, dass durch Filter gewisse Teile einer Information unterdrückt oder eliminiert werden, während andere Teile hervorgehoben werden. Bei einer guten Anwendung von Filtern bleibt vor allem das übrig, was relevant ist, wohingegen die irrelevanten Teile abgeschwächt sind (Heidenreich, 2003). Für den weiteren Versuchsdurchlauf werden nur noch die Inlays genutzt, die Probleme beim Scannen bei bestimmten Bedingungen zeigen.

Inlay	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf	vierter Durchlauf	fünfter Durchlauf	sechster Durchlauf	siebter Durchlauf	achter Durchlauf
	mit Hintergrundbeleuchtung	mit Hintergrundbeleuchtung	ohne Hintergrundbeleuchtung	ohne Hintergrundbeleuchtung	mit blauem Hintergrund	mit blauem Hintergrund	mit heller Hintergrundbeleuchtung	mit heller Hintergrundbeleuchtung
Inlay 1	94% / 9,5ms	98% / 9,5ms	96% / 9,7ms	92% / 9,5ms	98% / 9,3ms	96% / 9,1ms	94% / 9,1ms	98% / 9,0ms
Inlay 2	98% / 9,6ms	98% / 9,6ms	99% / 9,7ms	99% / 9,8ms	99% / 9,5ms	99% / 9,6ms	0% / 7,9ms	0% / 7,7ms
Inlay 3	99% / 11,7ms	99% / 11,6ms	95% / 10,9ms	96% / 11,1ms	93% / 11,2ms	98% / 11,4ms	90% / 10,2ms	91% / 10,6ms
Inlay 4	99% / 11,1ms	99% / 11,2ms	98% / 12,0ms	98% / 11,6ms	98% / 11,6ms	99% / 12,3ms	0% / 8,5ms	0% / 8,4ms
Inlay 5	99% / 21,4ms	99% / 21,2ms	99% / 21,4ms	99% / 22,0ms	99% / 20,3ms	98% / 20,5ms	99% / 19,0ms	99% / 18,1ms
Inlay 6	99% / 17,9ms	99% / 18,2ms	94% / 20,6ms	98% / 19,3ms	92% / 17,9ms	90% / 17,7ms	90% / 14,4ms	92% / 14,8ms
Inlay 7	99% / 16,5ms	98% / 16,2ms	98% / 15,5ms	94% / 15,5ms	92% / 16,4ms	98% / 15,0ms	99% / 14,0ms	98% / 14,2ms
Inlay 8	94% / 20ms	96% / 19,5ms	91% / 21,2ms	93% / 19,1ms	96% / 19,7ms	94% / 21,1ms	94% / 18,0ms	94% / 18,0ms
Inlay 9	99% / 18,6ms	99% / 18,9ms	99% / 17,3ms	99% / 18,6ms	99% / 18,1ms	99% / 18,7ms	94% / 14,8ms	94% / 15,7ms
Inlay 10	99% / 21,8ms	99% / 21,0ms	99% / 20,4ms	99% / 19,8ms	98% / 21,8ms	99% / 21,2ms	99% / 19,3ms	99% / 19,8ms
Inlay 11	99% / 17,9ms	98% / 16,0ms	99% / 16,0ms	99% / 17,8ms	98% / 15,9ms	98% / 18,4ms	94% / 14,4ms	91% / 14,4ms
Inlay 12	94% / 15,9ms	91% / 14,8ms	94% / 15,1ms	94% / 14,1ms	94% / 15,0ms	94% / 15,1ms	92% / 14,5ms	92% / 14,2ms
Inlay 13	99% / 16,3ms	99% / 16,5ms	92% / 16,9ms	92% / 16,8ms	0% / 15,0ms	0% / 15,0ms	0% / 8,7ms	0% / 8,7ms
Inlay 14	99% / 14,2ms	99% / 13,6ms	99% / 14,3ms	94% / 13,5ms	94% / 13,9ms	94% / 13,8ms	94% / 12,1ms	94% / 12,2ms
Inlay 15	99% / 16,8ms	99% / 17,6ms	99% / 17,6ms	99% / 17,2ms	99% / 18,3ms	99% / 18,3ms	0% / 8,1ms	0% / 8,2ms
Inlay 16	99% / 17,1ms	96% / 16,7ms	92% / 18,4ms	96% / 16,6ms	92% / 19,4ms	94% / 19,3ms	0% / 8,1ms	0% / 8,1ms
Inlay 17	98% / 25,2ms	98% / 24,2ms	99% / 27,4ms	99% / 25,2ms	99% / 26,3ms	96% / 25,2ms	91% / 20,3ms	90% / 20,0ms
Inlay 18	95% / 13,6ms	95% / 12,7ms	95% / 14,5ms	96% / 14,9ms	96% / 15,7ms	95% / 14,5ms	0% / 9,5ms	0% / 9,5ms
Inlay 19	96% / 18,5ms	98% / 20,0ms	94% / 18,6ms	94% / 19,1ms	98% / 19,7ms	98% / 19,4ms	0% / 8,1ms	0% / 8,1ms
Inlay 20	99% / 15,8ms	99% / 15,8ms	99% / 18,5ms	99% / 16,6ms	98% / 18,5ms	99% / 18,3ms	0% / 8,1ms	0% / 8,1ms

Tabelle 1: Versuchsdurchlauf zur Objekterkennung

Tabelle 2 enthält die Durchläufe unter Einsatz des Filters. Hier ist zu sehen, dass alle Inlays unter Verwendung des Filters auch bei veränderten Bedingungen mit einer Übereinstimmung von mindestens 90 % erkannt werden. Auch ist gut zu erkennen, dass sich die Durchführungszeiten beim Einsatz eines Filters verlängern. So liegt die durchschnittliche Durchführungszeit aller Werkzeuge des ersten, zweiten, fünften und sechsten Durchlaufs bei 28,313ms. Die durchschnittliche Durchführungszeit aller Werkzeuge des dritten, vierten, siebten und achten Durchlaufs liegen bei 37,4ms.

Inlay	erster Durchlauf mit heller Hintergrund- beleuchtung	zweiter Durchlauf mit heller Hintergrund- beleuchtung	dritter Durchlauf mit blauem Hintergrund	vierter Durchlauf mit blauem Hintergrund	fünfter Durchlauf mit heller Hintergrund- beleuchtung	sechster Durchlauf mit heller Hintergrund- beleuchtung	siebter Durchlauf mit blauem Hintergrund	achter Durchlauf mit blauem Hintergrund
Inlay 2	98% / 29,1ms	99% / 28,7ms	-	-	94% / 28,1ms	99% / 28,1ms	-	-
Inlay 4	99% / 28,4ms	99% / 28,5ms	-	-	93% / 28,6ms	98% / 28,6ms	-	-
Inlay 13	98% / 31,7ms	98% / 32,3ms	90% / 34,7ms	92% / 35,3ms	92% / 27,9ms	90% / 27,8ms	94% / 39,7ms	92% / 39,9ms
Inlay 15	98% / 27,6ms	98% / 27,5ms	-	-	99% / 27,5ms	99% / 27,4ms	-	-
Inlay 16	98% / 27,6ms	98% / 27,6ms	-	-	99% / 27,4ms	98% / 27,4ms	-	-
Inlay 18	99% / 27,4ms	98% / 27,4ms	-	-	98% / 27,4ms	96% / 27,5ms	-	-
Inlay 19	98% / 29,7ms	92% / 29,9ms	-	-	98% / 28,1ms	99% / 28,8ms	-	-
Inlay 20	98% / 28,0ms	96% / 28,0ms	-	-	98% / 28,0ms	98% / 28,0ms	-	-

Tabelle 2: Durchläufe unter Einsatz des Filters

Diese Ergebnisse deuten auf Erkennungsproblem vor allem bei weißen und hellen Inlays wegen des schlechten Kontrasts oder zu starker Hintergrundbeleuchtung hin. Dieses Problem konnte durch die Verwendung einer Kontrastkorrektur gelöst werden. Die Nutzung von Filtern erhöht dabei die Durchführungszeit dieser und somit die Durchführungszeit des Systems. Eine weitere Auffälligkeit ist, dass sich ein greller Lichtring auf dem aufgenommenen Bild eines Inlays bildet. Dabei werden Details innerhalb des Ringes gut, wohingegen die Details am Rand des Inlays schlecht erkannt. Dies deutet auf das Größenverhältnis aus Beleuchtung und Behälter als mögliche Problemursache hin. Essentiell für den Erfolg ist hier eine starre Fixierung der Kamera.

Studie zur Defekterkennung:

Neben der Objekterkennung ist es ein Ziel der Studie die grundlegende Machbarkeit der Defekterkennung bei Behältern zu zeigen. Im Folgenden wird ein Versuchsdurchlauf mit ausgewählten Qualitätsmängeln an Behältern dargestellt. Zur Defekterkennung muss die Softwarekonfiguration und die Kameraeinstellungen (Pixelanzahl, Verschlusszeit, Empfindlichkeit) im Vergleich zur Objekterkennung angepasst werden. Die Bilderfassung erfolgt im Multispektral-Modus. Dieser Modus führt eine

Aufnahme mehrerer Bilder bei unterschiedlicher Beleuchtung durch. Er unterstützt außerdem die Erkennung möglicher Farbabweichungen. Die für dieses Experiment verwendeten Untersuchungsobjekte zur Qualitätserkennung sind die bereits in 4.2. verwendeten Inlays und KLT.

Zunächst wird das System konfiguriert und Referenzbilder für die Versuchsobjekte gespeichert. In einem ersten Schritt erfolgt die Farberkennung, das bedeutet, dass die Behälter ausschließlich anhand ihrer Farbe erkannt werden.

	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf
zu erkennender Behälter	KLT 1	KLT 2	KLT 3 / KLT 4 / KLT 5
erkannter Behälter	KLT 1	KLT 2	KLT 3 / KLT 4 / KLT 5
Farbe	rot	blau	helleres blau

Tabelle 3: Durchläufe zur Farberkennung

Tabelle 3 ist zu entnehmen, dass das System die einzelnen Behälter der Farbe nach voneinander unterscheiden kann. Hierbei ist angegeben, welcher Behälter zu erkennen ist und welcher Behälter tatsächlich erkannt wird. KLT 3, KLT 4 und KLT 5 werden im dritten Durchlauf jeweils hintereinander geprüft. Diese sollen dabei mit dem Referenzbild von KLT 3 übereinstimmen. Es ist jedoch hervorzuheben, dass KLT 4 und KLT 5 beide Verschmutzungen aufweisen und dennoch vom System erkannt werden und als in Ordnung gelten. Der Defekt einer leichten Farberkennung wird also bei Konfiguration nicht erkannt.

Die nächsten Durchläufe beziehen sich auf die Erkennung eines Makels. Hier sollen grobe Änderungen am Behälter erkannt werden. Dazu wird Inlay 2 entsprechend manipuliert. Um die Behältererkennung zu ermöglichen, werden die Pixelgrenzen für die Behältererkennung entsprechend angepasst.

	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf	vierter Durchlauf
	mit Griff	ohne Griff	mit Griff	ohne Griff
Ausgabe des Systems	in Ordnung	nicht in Ordnung	in Ordnung	nicht in Ordnung
Erkannte Gesamtfläche	133519 Pixel	130264 Pixel	133488 Pixel	129969 Pixel

Tabelle 4: Durchläufe zur Defekterkennung

Tabelle 4 zeigt beispielhaft die einzelnen Durchläufe, bei denen Inlay 2 mit oder ohne Anpassung gescannt wird. Die relativ starke Manipulation wird erkannt. Im Folgenden sollen nun Defekte in Form von Löchern in einem Inlay erkannt werden. Für diesen Versuch wird der Boden des Inlay 1 mit einem schwarzen Tape abgeklebt und als Referenzbild implementiert. Die zu erkennende Farbe ist Schwarz und das System erkennt alle andersfarbigen Pixel als einen Teil eines Defekts.

Tabelle 5 zeigt die jeweilige Ausgabe des Systems und sagt aus, ob das gescannte Untersuchungsobjekt in Ordnung oder nicht in Ordnung ist. Ausschlaggebend dafür ist die vorher registrierte Untergrenze in Abhängigkeit einer mögliche Lochgröße. Es ist demnach zu erkennen, dass immer, wenn das Inlay 1 mit Löchern gescannt wird, das System einen Defekt detektiert.

	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf	vierter Durchlauf
	mit Löchern	ohne Löcher	mit Löchern	ohne Löcher
Ausgabe des Systems	nicht in Ordnung	in Ordnung	nicht in Ordnung	in Ordnung
Messwert	2289936 Pixel	2418337 Pixel	2289127 Pixel	2417157 Pixel

Tabelle 5: Durchläufe zur Erkennung von Löchern

Zur Erkennung von Verschmutzungen werden Farbdaten des Messobjekts ermittelt und mit dem Referenzbild verglichen. Hierbei wird die zu extrahierende Farbe des KLT 3 gewählt, welche blau ist. Dabei muss darauf geachtet werden, dass auch das Blau der Ränder und das Blau des Bodens extrahiert wird, um Schatten an den Rändern zu berücksichtigen.

	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf	vierter Durchlauf	fünfter Durchlauf	sechster Durchlauf
KLT	KLT 3	KLT 4	KLT 5	KLT 3	KLT 4	KLT 5
Ausgabe des Systems	in Ordnung	nicht in Ordnung	nicht in Ordnung	in Ordnung	nicht in Ordnung	nicht in Ordnung
Messwert	2139460 Pixel	141535 Pixel	1192801 Pixel	2141939 Pixel	139608 Pixel	1191662 Pixel

Tabelle 6: Durchläufe zur Erkennung von Verschmutzungen

In Tabelle 6 sind die jeweiligen Durchläufe zur Erkennung von Verschmutzungen zu sehen. Hierbei ist zu sehen, ob das Untersuchungsobjekt eine Verschmutzung aufweist oder nicht. Objekte mit Verschmutzungen werden als nicht in Ordnung und Objekte ohne Verschmutzungen werden als in Ordnung registriert. Es ist zu sehen, dass das System in der Lage ist, KLT 4 und KLT 5, welche Verschmutzungen aufweisen, als nicht in Ordnung zu identifizieren. KLT 3 hingegen wird bei jedem Scan als in Ordnung zu registrieren.

Abschließend wird noch geprüft, inwieweit mögliche nicht vollständig geleerten Behälter erkannt werden. Das Objekt, welches in den Behälter verbleibt, ist eine Schraube mit 35mm Länge und einem Durchmesser von 6mm. Tabelle 7 zeigt die jeweiligen Durchläufe und das Ergebnis der Erkennung Hierbei ist die jeweilige Ausgabe des Systems zu sehen. Es ist festzustellen, dass KLT 3 als in Ordnung erkannt wird, wenn er leer ist und als nicht in Ordnung erkannt wird, wenn er eine Schraube

enthält. Probleme existieren bei KLT 4 und KLT 5. Hier kann nicht zwischen Verschmutzung und Objekt unterschieden werden.

	erster Durchlauf	zweiter Durchlauf	dritter Durchlauf	vierter Durchlauf	fünfter Durchlauf	sechster Durchlauf
	mit Schraube	ohne Schraube	mit Schraube	ohne Schraube	mit Schraube	ohne Schraube
KLT	KLT 3	KLT 3	KLT 4	KLT 4	KLT 5	KLT 5
Ausgabe des Systems	nicht in Ordnung	in Ordnung	nicht in Ordnung	nicht in Ordnung	nicht in Ordnung	nicht in Ordnung
Messwert	995749 Pixel	1002758 Pixel	823786 Pixel	825618 Pixel	958143 Pixel	967432 Pixel

Tabelle 7: Durchläufe zur Erkennung, ob noch Objekte im Behälter sind

Insgesamt ist festzustellen, dass gerade im Hinblick auf die Defekterkennung große Herausforderungen existieren. Hierbei ist vor allem die Vorkonfiguration des Systems zur Unterscheidung zwischen Defekten und noch im Behälter enthaltenen Objekten punktuellen Behälterveränderungen zu nennen. Neben den allgemeinen Faktoren, sowie der Beleuchtung kommt es dabei auch auf mögliche Grenzwerte hinsichtlich der Pixelanzahl an.

5 Fazit

Im Zuge dieses Beitrags wurde ein möglicher Einsatz von Computer-Vision-Systemen im Behältermanagement auf Basis bereits vorhandener Forschungsarbeiten untersucht und dann unter Laborbedingungen für ein sehr einfaches Computer-Vision-System realisiert. Diese rudimentäre Laborstudie zeigt die Probleme und Schwierigkeiten insbesondere im Bereich der Defekterkennung, aber auch Möglichkeiten auf. Diese Forschungsarbeit liefert damit einen Beitrag zur Veranschaulichung und Realisierung der Potenziale von Computer-Vision-Systeme im variantenreichen Behältermanagement.

Mit diesem Laborbeispiel bestätigt sich, dass gerade im Bereich der Defekterkennung, Verfahren des einfachen Pixelvergleichs relativ schnell an ihre Grenzen stoßen und um Verfahren der Künstlichen Intelligenz ergänzt werden müssen. Darüber hinaus ist eine deutlich größere Studie mit zahlreichen Objekten pro Behälter und Inlay am besten direkt im Anwendungsfeld durchzuführen. Gleichzeitig wird aber auch deutlich, wie eine Integration von Computer-Vision-Systemen in das Behältermanagement aussehen kann. Weitere Forschungsarbeiten müssen sind notwendig, um die Grenzen (sowohl im Hinblick auf die Genauigkeit als auch hinsichtlich der Effizienz) präzise definieren zu können.

Diese Forschungsarbeiten fanden im Rahmen des Projektes Kamerabasierte Objekterkennung im Behältermanagement (KOBÉ), das durch die Warema-Renkhoff-Stiftung gefördert wurde, statt.

6 Literaturverzeichnis

- Bachmann, H. (2006): „Mehr als nur bunte Kisten“. Logistik Heute, S. 52–53.
- Batchelor, B.G. und Whelan, P.F. (1997): „Intelligent Vision Systems for Industry“, Springer London, London, s.l.
- Bernstein, P.A. (1996): „Middleware: a model for distributed system services“. Communications of the ACM, Vol. 39 Nr. 2, S. 86–98.
- Golnabi, H. und Asadpour, A. (2007): „Design and application of industrial machine vision systems“. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 23 Nr. 6, S. 630–637.
- Heidenreich, S. (2003): „Form und Filter - Algorithmen der Bilderverarbeitung und Stilanalyse“. Zeitenblicke, Nr. 1.
- Hoang, N.-D. (2020): „Image Processing-Based Spall Object Detection Using Gabor Filter, Texture Analysis, and Adaptive Moment Estimation (Adam) Optimized Logistic Regression Models“. Advances in Civil Engineering, Vol. 2020, S. 1–16.
- Hofmann, E. und Bachmann, H. (2006): Behältermanagement - neueste Erkenntnisse zur erfolgreichen Implementierung, Friedrichshafen, von <https://www.alexandria.unisg.ch/publications/37696>.
- Hofmann, E. und Bachmann, H. (2013): „Behälter-Management in der Praxis. State-of-the-art und Entwicklungstendenzen bei der Steuerung von Ladungsträgerkreisläufen; [die St. Galler Behälter-Management Studie“, Dt. Verkehrs-Verl., Hamburg.
- Kelteborn, P. (1994): „Was ist ein wissenschaftliches Experiment“. AEAS-Anzeiger.
- Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R. und Khan, S. (2012): „Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges“. In (Hrsg.) 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, Islamabad, Pakistan, 17.12. - 19.12. IEEE, S. 257–260.
- Klug, F. (2016): „Erfolgspotenzial Behältermanagement“. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Vol. 111 Nr. 7-8, S. 466–469.
- Koller, H. (1969): „Simulation und Planspieltechnik. Berechnungsexperimente in der Betriebswirtschaft“, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Kumar, G. und Bhatia, P.K. (2014 - 2014): „Comparative Analysis of Software Engineering Models from Traditional to Modern Methodologies“. In (Hrsg.) Fourth International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies, Rohtak, India, 08/02/2014 - 09/02/2014. IEEE, S. 189–196.

- Laucka, A., Andriukaitis, D., Valinevicius, A. und Navikas, D. (2016): „Computer vision system for defects detection in PET preform”. In (Hrsg.) 21st International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR), S. 1280–1285.
- Lisin, D.A., Mattar, M.A., Blaschko, M.B., Learned-Miller, E.G. und Benfield, M.C.B. (2005): „Combining Local and Global Image Features for Object Class Recognition”. In (Hrsg.) IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05) - Workshops, S. 47.
- Malamas, E.N., Petrakis, E.G., Zervakis, M., Petit, L. und Legat, J.-D. (2003): „A survey on industrial vision systems, applications and tools”. *Image and Vision Computing*, Vol. 21 Nr. 2, S. 171–188.
- Martin, H. (2016): „Transport- und Lagerlogistik. Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit”, Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Poss, C., Ibragimov, O., Indreswaran, A., Gutsche, N., Irrenhauser, T., Prueglmeier, M. und Goehring, D. (2018): „Application of open Source Deep Neural Networks for Object Detection in Industrial Environments”. In (Hrsg.) 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), S. 231–236.
- Qiaokang, L., Wei, Z., Wei, S., Zhun, Y., Yaonan, W. und Dan, Z. (2019): „In-line inspection solution for codes on complex backgrounds for the plastic container industry”. *Measurement*, Vol. 148, S. 106965.
- Schäfflein, A. und Raab, H. (2016): „Grüne Logistik durch intelligentes Behältermanagement bei der sprintBOX GmbH”. In Lochmahr, A. (Hrsg.) *Praxishandbuch Grüne Automobillogistik*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 205–228.
- Semeniuta, O., Dransfeld, S., Martinsen, K. und Falkman, P. (2018): „Towards increased intelligence and automatic improvement in industrial vision systems”. *Procedia CIRP*, Vol. 67, S. 256–261.
- Sobottka, T., Edtmayr, T. und Sihm, W. (2014): „Effizienzsteigerung für Mehrwegbehälterkreisläufe in der Produktion”. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Vol. 109 Nr. 5, S. 305–309.
- Statista (2020): „Size of the reverse logistics market worldwide from 2017 to 2025 (in billion U.S. dollars)” Abgerufen am 11.04.2021, von <https://www.statista.com/statistics/1090465/reverse-logistics-market-size-worldwide/>.
- Thiel, M., Hinckeldeyn, J. und Kreutzfeldt, J. (2018): Deep-Learning-Verfahren zur 3D-Objekterkennung in der Logistik.
- Wang, F., Hu, L., Zhou, J. und Zhao, K. (2015): „A Data Processing Middleware Based on SOA for the Internet of Things”. *Journal of Sensors*, Vol. 2015, S. 1–8.

- Yang, X., Han, M., Tang, H., Li, Q. und Luo, X. (2020): „Detecting Defects With Support Vector Machine in Logistics Packaging Boxes for Edge Computing”. IEEE Access, Vol. 8, S. 64002–64010.
- Zimmermann, E. (1972): „Das Experiment in den Sozialwissenschaften”, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.

Forensic determination of movement and usage profiles using smartphone apps

Onur Güngör

Hamburg Police, onur.guengoer@polizei.hamburg.de

Wilfried Honekamp

IACS, Hochschule Stralsund, wilfried.honekamp@hochschule-stralsund.de

1	Introduction.....	138
2	Background.....	139
3	Methods	141
4	Results.....	143
5	Discussion.....	146
6	Conclusions.....	148
7	References.....	149

Abstract:

Mobile phones are becoming increasingly important for forensic investigations. Users generate a lot of data by playing mobile games. We tried to replicate the 2016 research that forensically extracted usage and location data from the Pokémon GO app's storage. In an experiment, the actions taken with the app were manually logged and compared with the data obtained from the logical and physical imaging of two cell phones. We found that while there is less information stored, usage and location data is still available for investigators to establish profiles.

JEL Classification: K39, O33

Keywords: Computer Forensics, Mobile Phones, Movement Profiles, Usage Profiles, Pokémon GO.

1 Introduction

The cell phone gave up its common character as a pure mobile telecommunication device with the introduction of the Apple iPhone in 2007. The smartphone is one of the most important innovations in modern society. The range of countless functions of modern smartphones makes the original idea of the device for making mobile phone calls obsolete. The Google Play Store from Android or the AppStore from Apple offer an unmanageable number of applications (apps) that give users the opportunity to equip their smartphone with functions and gadgets as they wish. The smartphone has developed into the perfect companion of the modern age and is increasingly becoming the focus of everyday life. This technological progress, from the clamshell cell phone with a single-color display and illuminated buttons to the super-computer in your pocket, harbours not only its advantages but also potential dangers (Huber 2019).

Daily use and enrichment of personal data make the smartphone an image of its user. Messages, photos and videos, but also the history of visited websites and saved login data on various social platforms, can display sensitive content on the smartphone. For many, the loss of such a device is no longer just a financial misery - the personal data it contains is by far more valuable. The European General Data Protection Regulation (GDPR), which came into force on May 25, 2018 (Intersoft Consulting 2020), arose from the basic idea that digital data is also a commodity in need of protection, especially in connection with data processing systems. It regulates the processing of personal data and thus symbolises the sensitivity of data and its increasing importance for modern society. This increase in the importance of the smartphone for society inevitably also influences its importance in the investigation context. The ubiquitous presence of smartphones often makes them the subject of criminal matters (Ludewig 2019).

Mobile forensics represents a small sub-area of digital forensics and deals, among other things, with the backup and evaluation of data on smartphones. In addition to messages, photos and documents, processes running in the background can play an important role in the investigation. Apps often use the functions and sensors of the smartphone, for example to serve as a navigation system or fitness tracker while jogging and generate data. Few users are aware of how their data is handled, how the data processing takes place, and which data is affected by it differs from app to app (Federrath 2015). Thus, the question arises as to which forensic findings can be drawn from apps on a smartphone.

This question is to be examined in more detail in this contribution with a view to the place and time of use of the smartphone using the example of the Pokémon GO app.

Pokémon GO sparked worldwide hype after its release in July 2016. With the innovative game principle, it got millions of people to hunt for Pokémon with their smartphones (Schwartz 2016). The example Pokémon GO is suitable for this investigation on the one hand due to its popularity and on the other hand from a forensic point of view. In addition to data that provide information about the use of the app, GPS data may also be found during the evaluation, which is also a forensically relevant source of information.

2 Background

In contrast to computer forensics, mobile forensics represents a relatively new area of forensic evaluation. For a better understanding a basic introduction to mobile forensics and a detailed description of the Pokémon GO with a view to the legal and investigation context is given.

2.1 Pokémon GO

In 2016, Niantic published the smartphone game Pokémon GO (Niantic 2020) in collaboration with Google, Nintendo and The Pokémon Company. New to Pokémon GO is the innovative augmented reality (AR) game principle in conjunction with GPS localisation. Shortly after its release, it became one of the most downloaded apps. In the first month, Pokémon GO was downloaded approx. 55 million times (Comscore 2016), in the second month approx. 180 million times (Kratzer 2017), and in the third month 550 million times (Wagner-Greene et al. 2017). When installed, the app requires numerous authorisations for Android devices, which are shown in Table 1.

In Pokémon GO, players are asked to move around the real world with their smartphones or tablets. They control an avatar on the virtual map, which is calculated using the smartphone's GPS module and displayed on the map. The map is a simplified and adapted version of Google Maps. In addition to the avatar, nearby Pokéstops and arenas are also displayed on the map. Users can interact with the Pokéstops and gather there with other players or fight against each other in the arenas. Pokéstops represent collection points and form an interface between the virtual and real world. As the players move around, random algorithms will show them Pokémon that are in their vicinity on their display. The player can then interact with the Pokémon and catch them. The "Adventure Sync" feature allows the player to count kilometres run even if the app is not or was not actively open. In order to be able to use this feature, the player must authorise access to the data on the smartphone (Medicus 2019).

Camera	Take pictures and videos
Contacts	Find accounts on the device
Location	- Access exact location (GPS and network based) - Access the approximate location (network based)
Storage	- Edit or delete SD card content - Read SD card content
Miscellaneous	- Access Bluetooth settings - Control the vibration alarm - Google Play billing service - Run at startup - Access all networks - Get network connections - Deactivate hibernation - Play Install Referrer API - Call up WLAN connections - Perform pairing with Bluetooth devices - Get internet data - Activity detection

Table 1: App authorisation for Pokémon GO version 0.169.0 (Google Play Store)

2.2 Previous research

The primary research goal of this work is to determine when and where Pokémon GO has been used. Sablatura and Karabiyik already carried out an extensive forensic evaluation using the example of Pokémon GO in 2017. Their research shows that within the directories of Pokémon GO various forensically useful data can be found. On the one hand, they were able to use their developed open-source Pokémon GO: Forensic Analysis Tool to extract and display geodata. The determination and storage of spatial data is a non-standardised procedure. Therefore, depending on the operating system, device and app, it can vary whether, how and in which directory this data is saved (Sablatura/Karabiyik 2017). The format of geodata can also differ: it can be text-based or by determining the longitude and latitude (Maus/Höfken/Schuba 2011).

On the other hand, in addition to geodata, other forensically relevant data such as logs and user data could be found. Protocols or log files determine, among other things, the start and end times of so-called sessions. The times at which data is created or modified are indexed using Unix timestamps. Data that has such a time stamp provide information about the possible time when Pokémon GO was used. The user data contained information about the smartphone used, the username respectively avatar name of the player and the email address used (Sablatura/Karabiyik 2017, p. 5f.).

Murphy (2016) also dealt with the forensic evaluation of Pokémon GO on mobile devices and she was also able to find various files with Unix timestamps that determine the active use of the application. In addition, she analysed so-called breadcrumbs in the directory *com.crittercism* on Android devices. Breadcrumbs are log files specifically created by the app. The contents of these log files are: malfunctions in the app, Pokémon encounters, captured Pokémon and other internal incidents. Murphy's analysis showed that there are two pieces of interesting information within these breadcrumbs: encounter ID and cell ID. It is assumed that the encounter ID are 64-bit long representations of Pokémon properties such as type, strength, etc. The cell ID, on the other hand, when converted into hexadecimal code, re-present reference points on the world map in a Hilbert curve that correspond to the user's locations.

3 Methods

For this evaluation, Pokémon GO was installed and executed on two Android smartphones. A manual data record was created for the game sessions on a Sony Xperia Z5C, which logs all actions on the smartphone and within the app over a period of 15 days. The manual data record is used to verify the time of the entries and data within the app and, if possible, also to assign the content. No manual data record was created for the Motorola G2, which has root access. It primarily serves to answer the question of whether a forensic evaluation of a smartphone with root access leads to more or different findings than without.

The Oxygen Forensic Detective tool performs and compares the two basic backup methods, logical (without root access) and physical (with root access) backup. The data gained this way is then compared with the manual data set in order to check the temporal authenticity of the data. The aim is to find data in the Pokémon GO directories from which the time and place of use of the smartphone can be derived. By comparing them with the manual data set, the results should be assessed from an investigation point of view. In addition, the question arises as to whether the points in time of the data actually represent the course of reality or not. The experiment is intended to show whether there is a correlation between the times and places in the data from the smartphone and journalised data. For the second experiment, an An-

droid smartphone with root access is to be evaluated. This should enable a comparison of logical and physical security and determine whether or what added value a root access provides. In order to generate evaluable data, Pokémon GO has been tested to the full extent of its functions for 15 days. Various customisations of the app and Android settings (GPS module accuracy, energy-saving mode) were made to find out whether this influences the data storage. In order to get access to Pokémon GO at all, a Google account had to be created as part of the data collection. Without a Google account, it is not possible to log in to the Google Play Store and the app could not be downloaded. The Google account created for this was also used to register with Pokémon GO and to create an avatar. A Facebook profile was also created and linked to the Google account within the Pokémon GO app. This is to find out whether the access data from the Google account and those of the Facebook profile can be read out during the forensic evaluation.

After the data collection phase, both devices were subjected to a forensic evaluation using the Oxygen Forensic Detective evaluation tool. The evaluation was carried out on a Lenovo ThinkPad L380 host system. A Virtual Machine (VM) with Windows 10 was set up for the evaluation. The smartphones were connected to the host system with a USB cable and passed on to the VM. On the one hand, the Pokémon GO directories were extracted without software through simple access to the internal memory of the devices and, on the other hand, they were extracted and evaluated using forensic software. In addition to Windows 10, a second virtualisation was set up with the Linux derivative Santoku. Santoku is a non-proprietary open-source operating system specially developed for mobile forensics, malware and security for the evaluation and presentation of extracted data (Santoku 2020).

For the Sony Z5C, a backup via Android Debug Bridge (ADB) was created by Oxygen. The backup corresponds to a logical backup and represents a copy of all allocated directories and files. The backup was then imported in the Oxygen software and analysed. The creation of a physical backup was not possible due to the non-existent root access. It turns out that Oxygen uses an exploit to attempt to create a temporary root and then perform a physical backup. However, this exploit only works with smartphones with Android OS version older than 7.0. All newer versions have already fixed this security gap, so the exploit can no longer be executed. If physical security is still desired, the root access must either be established on the device or the smartphone must be installed with an Android version older than 7.0. After the backup has been created and evaluated, it is compared with the manually created data set. The aim is to find temporal matches between the log files of the Pokémon GO app and the manually logged actions. With the Motorola G2, a physical backup could be created due to root access. Both a logical and a physical backup were created. Thus, the Pokémon GO directory from the logical backup can be compared directly

with that from the physical backup. The aim is to assess as to whether a quantitative or qualitative difference in the forensically obtained data volume can be determined with regard to the research question.

4 Results

The directory *Android/com.nianticlabs.pokemongo*, which was simply extracted from the phone memory of the Sony Z5C, has a total size of 175 MB and has two subdirectories *cache* and *files*. There are 437 items in the *cache/UnityShaderCache* subdirectory. With the exception of a readable file name version, all other 436 elements are shown as hash-like values. The size of the files varies between 1 KB and 29 KB. None of the files can be displayed legibly. However, when looking at the manual data set, it is noticeable that 225 elements with the time stamp on September 2nd, 2019 at 7:33 p.m., 113 elements at 7:38 p.m., 10 elements at 7:40 p.m. and 29 elements between 8:10 p.m. and 8:36 pm have been created. The manual data set shows that the Pokémon GO app was started for the first time on the Android device at 7:33 p.m. The creation of the avatar began at 7:38 p.m., the creation was completed at 7:40 p.m. and the application closed at 7:41 p.m. At 8:08 p.m. the Pokémon GO app ran again and at 8:11 p.m. the first Pokémon was caught. These parallels between the two data sets indicate the use of the app at the specified times.

The *files/bundles* subdirectory is 132 MB in size and contains 626 elements. The size of the files varies between 5 KB and 2,843 KB. As in the *UnityShaderCache* directory, the file names are similar to hash values and they cannot be displayed legibly either. The time stamps range from 09/02/2019 to 09/18/2019. This corresponds to the period in which the smartphone was actually used to play Pokémon GO. The time stamps match those of the manual protocol with the exception of minimal deviations. The comparison of Pokémon GO and the manual data set of different days suggests that Pokémon GO made entries when Pokémon were caught. The first file of September 12th, 2019 was created in the *bundles* directory at 7:54 p.m. and the last file at 8:18 p.m. The manual data record shows on September 12th, 2019 at 7:54 p.m. that the first Pokémon and at 8:17 p.m. the last Pokémon of the game session were caught. The smartphone was turned on at 7:52 p.m. that day and turned off at 8:27 p.m. This pattern can be derived from a comparison of the two data sets on each game day.

The *files/DiskCache* subdirectory is 18.7 MB in size and contains 143 further subdirectories with a total of 212 files. 211 file names are stored with hash value-like names. Although the files are not recognised as images by the operating system, they can be opened and displayed with an image processing program. Most of the images are of visited Pokéstops and arenas. On September 7th, 2019 at 12:18 pm, the Pokéstop "Screamthing With A Crown" is recorded in the manual log. The file created at the same time from the *DiskCache* directory matches the entry from the manual data

record. During the evaluation it was noticed that Pokéstops and arenas, regardless of how often they were interacted with, were only created once as an image file the first time they have been visited.

4.1 ADB Backup

The ADB backup was evaluated using the Oxygen tool. The backup created for the Sony Z5C was implemented in the Oxygen mask and then evaluated. The directory *com.nianticlabs.pokemongo* from the ADB backup has a size of 173 MB. In addition, the structure also differs. The file *_hs_db_helpshift_users* has a tab *user_table* in the database structure. The name of the avatar and the e-mail address used by the user are stored in it. The information can also be displayed as plain text with a text editor. The directory *f* is not forensically relevant except for the subdirectory *com.crittercism*. The subdirectory *com.crittercism* contains the breadcrumbs directory mentioned by Murphy (2016). The directory is 42.7 KB in size and contains 250 items. The files can be displayed in text format and, in addition to a time stamp in the format "YYYY-MM-DDThh:mm:ss.000Z", contain further information about the recorded event such as "Pokemon encounters and captures, encounter and adding of wild Pokemon", Wi-Fi changes, application errors, cell IDs, cell removings, RPC, etc.

All elements in the *breadcrumbs* directory contain a timestamp from the last game day 2019-09-18 between 05:45:43.084Z and 05:53:24.096Z. This shows a difference of two hours to the manual protocol. The logged events in the period in the breadcrumbs directory (250 elements) are quantitatively much more extensive than the events from the manual log (17 entries). However, apart from the above information about the logged events, no further data could be obtained. The conversion of the cell ID into GPS coordinates could not be reproduced. The directory *r* contains cookies with no definable content and a directory named *hs_code_cache* with a file *helpshift_dexDir.classes2.dex*. It is a Java file. This file was not examined further as it is not relevant to the evaluation. The *sp* directory contains files in XML file format. The file *app-boy.storage.device_cache.v3.04f* contains information such as the Android operating system version 25, the model of the device used E5823, the screen resolution used 720x1184, the location *de_De* as well as the time zone Europe/Berlin. The file *com.facebook.AccessTokenManager.SharedPrefernces* contains the user's first and last name, provided a link to the Facebook profile had been established.

4.2 Comparison of ADB backup and physical backup

The root access on the Motorola G2 made it possible to create a physical backup in addition to the ADB backup. The data from the different security procedures were then compared and compared with one another. The directory structure of the directory *com.nianticlabs.pokemongo* (size: 51.2 MB) of the ADB backup has already

been explained in detail from the above evaluation of the Sony Z5C. This is almost identical with the Motorola G2, with the difference that the subdirectory *f/com.crittercism/breadcrumbs* was not existent. Items similar to content that match those in the directory *breadcrumbs* could not be found. *Shared_prefs* corresponds to the directory *sp* in the ADB backup. The file *appboy.storage.device_cache.v37a* with information about the device used can also be found here, for example. Although the login was made with the same user account as on the Sony Z5C, no Facebook profile data can be found on the Motorola G2. The file *com.facebook.AccessTokenManager.SharedPreferences* exists but is without content. It was also noticed that the files starting with *com.crittercism* are missing in the directory.

If you compare the data records of the ADB Backup and the physical backup of the *com.nianticlabs.pokemongo* directory, one comes to the conclusion that, despite the root access, no forensic added value can be determined. The forensically relevant information given within the Pokémon GO directory is almost identical for the ADB backup and the physical backup. With the logical backup (ADB backup) a total of 3,597 files from the Motorola G2 can be accessed. With the physical backup, a total of 14,083 files were available.

4.3 Comparison of the data sets

To illustrate the forensic value of the times when and places where smartphone apps were used, the data record from the ADB backup is explicitly compared with that of the manual log. The acquired data is exported to an Excel sheet with Oxygen. Only the Folders Sheets Images and Other files are important for the comparison of the data records. Images contains the entire image files and Other files contains all other non-assignable files such as breadcrumbs. In the Excel sheet Modified (UTC) indicates the time at which the file was created by the application or the device. The time difference of two hours between the two data sets is due to the logging in CET (manual data set) and UTC (Pokémon GO). Size shows the size of the file in KB. Full path indicates the relative path of the file and Hash (SHA-1) represents the hash value of the file. The entries from 09/12/2019 agree with those of the manual protocol, apart from minor deviations. The consistency of the Pokémon GO data sets and the manual log is becoming increasingly evident.

In order to determine a possible correlation between the settings made and the quantitative data, the records collected on September 5th, 7th and 17th were analysed and compared to each other. The entries in the manual data record result from opening and closing the Pokémon GO app and the number of actions on the different days. The internal data record describes the simple access to the directory *com.nianticlabs.pokemongo*. The numbers describe the sum of the elements in the subdirectories *UnityShader-Cache*, *bundles* and *DiskCache* on the different days. The

entries Other files and Images in the ADB backup were taken from the Excel sheet. The above protocols were selected according to their different setting parameters: Stamina mode On/Off, Location mode High accuracy/GPS only, and Adventure Sync On/Off. The tables show that, despite various setting parameters, no direct connection to the quantitative data volume can be established. The data on Thursday and Saturday were collected with the same setting parameters and also have the same number of manual entries, with a slight deviation of 5 actions. It can be seen that the Pokémon GO app shows twice as many entries on Thursday than on Saturday. It is noticeable that the app made 48 entries on Saturday and 42 entries on Tuesday, although 41 fewer actions were carried out on Tuesday. Furthermore, when comparing the tables, it can be seen that a forensic evaluation via ADB backup is not necessary to determine when the smartphone was used: the simple evaluation of the directory *com.nianticlabs.pokemongo* provides both quantitative and qualitatively the same amount of relevant data emerges.

The Adventure Sync feature was activated on September 17th, 2019. Pokémon GO was terminated at 5:17 p.m. according to manual protocol. However, the phone remained on until 6:20 p.m. The last entry from Pokémon GO was made at 5:14 pm that day. On September 6th, 2019 Pokémon GO was opened at 11:57 a.m., closed at 12:42 p.m. and the phone switched off at 12:56 p.m. - that means Adventure Sync was active for about 14 minutes. Pokémon GO reopened later in the day at 5:19 p.m. On September 6th, 2019, the Pokémon GO directory shows that entries were made between 11:59 a.m. and 12:39 p.m. and between 5:20 p.m. and 5:30 p.m. - i. e. only if the application was actively opened and used has been.

Recently it was not possible to extract geodata, either from various files or from the metadata of the images in the DiskCache directory. However, the image files contain a time stamp. This indicates the time at which the image was created or generated by the app. If the picture shows a Pokéstop or an arena, then it can be assumed, that the phone, and thus the phone's user at that time, had been at this location. If it cannot be clearly identified by geospatial data, it is possible to locate the depicted location on the image by doing an Internet search. A short internet research can reveal the exact location of the shown Pokéstop or arena. Combining the two pieces of information reveals, that the smartphone user was on September 17th, 2019 at 5:09 pm at the Goblinstadt location in Wandsbek, Hamburg. This information can also be verified by the manual protocol dated September 17th, 2019.

5 Discussion

The above results from the evaluation of the Sony Z5C show that the data was created in the Pokémon GO directory when the smartphone and the app were actively in use. The data from the directory *com.nianticlabs.pokemongo* is provided with a time

stamp from which the use of the app can be derived. The time stamps are available both for the data from the directory *com.nianticlabs.pokemongo/files/bundles* and for the images in the subdirectory *DiskCache*. In addition to images from within the game, the images also show Pokéstops and arenas that have been visited. This motion picture can provide information about when and where the user was at a certain time. The PokéStops and arenas visited from the data on the smartphone show temporal coincidences with the actual movement image. This was shown by the comparison of the data sets. This finding largely coincides with the previous investigations into Pokémon GO.

Already at the beginning of the evaluation it was noticed that the current directory structure of Pokémon GO differs from the previous research. As a result, it was only possible to a limited extent to reproduce, verify or refute the results of previous work. Above all, it was not possible to extract geospatial data from the directory *com.nianticlabs.pokemongo*, to accurately map the motion of the user playing Pokémon GO in latitude and longitude. Reproducing Murphy's method of converting the cell ID into hexadecimal code and implementing them in an *s2* library was unsuccessful. In addition to Murphy, Sablatura and Karabiyik were also able to extract geodata from Pokémon GO. They managed to read the geodata of the last location of the last game session in the *upsight.db* file. The *upsight.db* file was in the directory *upsight.model.location* (Sablatura/Karabiyik 2017). Such a directory could not be found either in the ADB backup of the Sony Z5C or in the physical backup of the Motorola G2. The different directory structure, especially in connection with *upsight* files, is also evident in the analysis by Murphy and The Security Sleuth. The Security Sleuth (2016) carried out the analysis on an Android device in August of the same year and determined a directory structure of *a, db, ef, f, sp*. In the present work, however, directory *a* and its contents were completely missing. The directory *a* contained the file *base.apk*. The *apk* file format stands for “Android Package” and designates installation files.

The evaluation by Wingfield (2016), which was also carried out in August of the same year, produced a completely different directory structure and thus positioned itself apart from the previous and the present work. The differing results of the present work on the above-mentioned investigations can possibly be explained by the fact that the investigations by Murphy, The Security Sleuth and Wingfield were all carried out in August 2016, i. e. only one month after the publication of the app. It is not uncommon for innumerable changes to be made to the app with the release, as problems and challenges often arise in practice that had not previously arisen during development. More than three years of game practice, new smartphones and new An-

droid versions lie between the previous investigations and the present work. Deviating directory structures and missing geodata can therefore be a product of the ongoing development of the app and can lead to different results again in the future.

User data such as e-mail address or first and last name of the linked Facebook account were also found in other files and directories in the current work, as well as in previous evaluations. Wingfield located the e-mail address registered with the account in the file *com.nianticlabs.pokemongo.PREFS*. The file was in the directory *shared_prefs* (Wingfield 2016). In this evaluation, however, the file had no forensically relevant content. The Security Sleuth localised user data such as avatar name and data on the end device such as the screen resolution in the directory *sp* (The Security Sleuth 2016), but also in other, partly non-existent files of this evaluation. This fact suggests that the different directory structures and contents are due to Pokémon GO updates and previous game versions.

Another aspect of this investigation was to gain more knowledge through the most detailed manual data set possible than just by determining when the app was used. The authors assume that by logging all actions carried out and their descriptions, a regularity of the file names or their contents could be recognised. The idea was to be able to assign actions such as "Pokémon / Pokéball - Wiesor / 1, caught" to the entries in Pokémon GO. However, contrary to expectations, the evaluation showed that neither the file names nor their content reveals such regularity. If you compare this with the manual data record, the files cannot be assigned to any property or action despite the supposed sequence. The assignment of the actions to the corresponding entries based on the file names and contents must therefore be rejected.

6 Conclusions

The topic of mobile forensics depicts a very complex area in terms of content, which in this article could only be examined in relation to an app. The results show that data could be found from various subdirectories of the Pokémon GO directory that indicate when the smartphone was used through entries and images of places visited. The ADB backup did not provide any further information to answer the research question compared to the simple evaluation of the Pokémon GO directory from the phone memory. The comparison of ADB backup and physical backup did not provide any further information with regard to the forensic determination of the use of the smartphone by Pokémon GO. Thus, the additional effort to be carried out, which is associated with a root and a physical backup of the smartphone memory, is not worth striving for with a view to the research question. The results of this work differ from previous work in the point that the forensically relevant content and data were to be found in other files and sometimes in other directories. Contrary to expectations and

some previous work, geospatial data could not be found. The localisation of the user's locations using geodata from Pokémon GO could not be reproduced or reconstructed.

Pokémon GO has received tons of updates and changes since it was released in July 2016. In order to meet the demands of the users, updates and innovations for Pokémon GO will also be introduced in the future. So, the question arises as to how long current analyses and evaluations of such apps and the associated forensic findings actually remain up-to-date. For this research work it can at least be stated that, apart from the geodata, the results from 2016/2017 can be transferred to 2020. It has been shown, however, that the storage locations of forensically relevant information and contents can vary from version to version and therefore it is not possible to determine the exact storage locations.

For the criminal police context, the results of this work are meaningful insofar as the time stamps of the data and images represent a reliable source of information due to the comparison with the manual data set. The comparison of the results of simple backup, ADB backup and physical backup showed that all three backup methods lead to the same result. An important finding for the practice with regard to securing the smartphone is that the Pokémon GO app only changed and modified directories and data if the app was actually actively open in the foreground. No data was found to demonstrate that the Adventure Sync modified Pokémon GO even though the app was not actively in use. This means that there is reason to believe that the integrity of the data within the Pokémon GO directory will be preserved when the app is not used in the foreground.

The question arises whether the results of this work could also be achieved on an Apple device. Smartphones are constantly changing due to technological progress. This dynamic regularly presents mobile forensics with new challenges and hurdles. In order not to lose the scientific and practical connection, research in the field of mobile and digital forensics will also be necessary in the future.

7 References

- Comscore (2016): Pokémon GO Captures 55 Million Mobile Users in July. Ranking 13th Among All Apps. Accessed at 03.05.2021, from <https://www.comscore.com/ita/Public-Relations/Blog/Pokemon-GO-Captures-55-Million-Mobile-Users-in-July-Ranking-13th-Among-All-Apps>.
- Federrath, H. (2015): Mein Smartphone weiß mehr als ich - Beobachtung und Sammlung von Nutzeraktivitäten. In: Weiterdenken - Heinrich-Böll-Stiftung Sachsen (ed.), Digitale Schwellen – Privatheit und Freiheit in der digitalen Welt, Sachsen.
- Huber, E. (2019): Cybercrime – Eine Einführung. Springer VS, Wiesbaden.

- Intersoft Consulting (2020): Datenschutz-Grundverordnung. Accessed at 02.05.2021, from <https://dsgvo-gesetz.de>.
- Kratzer, T. (2017): Das Phänomen Pokémon Go. Bachelor Thesis. University of Applied Sciences Mittweida.
- Ludewig, S. (2019): Die Sicherstellung und Auswertung des Smartphones – Kriminalpolitischer Anpassungsbedarf? In: Kriminalpolitische Zeitschrift, 05.
- Maus, S.; Höfken, H.; Schuba, M. (2011): Forensic Analysis of Geodata in Android Smartphones. Cyberforensics 2011, Glasgow.
- Medicus, M. (2019): Pokémon GO Abenteuer-Sync aktivieren: Liste aller Belohnungen. PC Magazin. Accessed at 02.05.2021, from <https://www.pc-magazin.de/ratgeber/pokemon-go-abenteuer-sync-aktivieren-belohnungen-liste-3200079.html>.
- Murphy, C. (2016): A Sneak Peek at Pokemon Go Application Forensics. SANS. Accessed at 02.05.2021, from <https://www.sans.org/blog/a-sneak-peek-at-pokemon-go-application-forensics>.
- Niantic (2021): The Niantic Story. Accessed at 02.05.2021, from <https://nianticlabs.com/en/about/>.
- Sablatura, J.; Karabiyik, U. (2017): Pokémon GO Forensics: An Android Application Analysis. In: Information, 8 (3), 71.
- Santoku (2020): Welcome - Santoku Linux. Accessed at 03.05.2020, from <https://santoku-linux.com>.
- Schwartz, J. (2016): How does Pokémon GO Compare to Other Apps? SimilarWeb. Accessed at 02.05.2021, from <https://www.similarweb.com/corp/blog/pokemon-go-compared>.
- The Security Sleuth (2016): Call me Ash Ketchum: Open Source Forensics with Pokemon Go. Accessed at 02.05.2021, from <https://www.security-sleuth.com/sleuth-blog/2016/8/13/call-me-ash-ketchum-open-source-forensics-with-pokemon-go>.
- Wagner-Greene, V. R.; Wotring, A. J.; Castor, T.; Kruger, J.; Dake, J. A. (2017): Pokémon GO: Healthy or Harmful. In: AJPB Perspectives, 107 (1).
- Wingfield, L. (2016): Pokemon Go: An Introductory Forensic Study. Intraforensics. Accessed at 02.05.2021, from <https://www.intraforensics.com/2016/08/05/pokemon-go-an-introductory-forensic-study>.

Bestell- und Lieferverhalten digitaler Marktplätze: Rationalität versus Kundenzufriedenheit

Eric Sucky

Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg, eric.sucky@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	152
2	Online-Shop und Online-Marktplatz: zwei Geschäftsmodelle im Parallelbetrieb.....	153
3	Das Newsvendor-Modell bei Parallelbetrieb von Online-Shop und Online-Marktplatz.....	158
4	Parallelbetrieb von Online-Shop und Online-Marktplatz: Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit	165
5	Schlussbetrachtung	166
6	Literaturverzeichnis	167

Abstract:

Digitale Marktplätze sind im Kern online verfügbare Marktplätze, auf denen ähnlich wie bei einem realen Markt Angebot und Nachfrage aufeinandertreffen. Hierbei kann zwischen Online-Shops und Online-Marktplätzen unterschieden werden. Während in Online-Shops der Betreiber als einziger Verkäufer von Produkten und/oder Dienstleistungen auftritt, übt auf Online-Marktplätzen der Betreiber als unabhängiger Dritter lediglich eine Vermittlungsfunktion für die Produkte und Dienstleistungen einer Vielzahl von Anbietern aus. Für Unternehmen, die beide Geschäftsmodelle (Eigenhandel und Marktplatz) parallel betreiben, eröffnen sich insbesondere im Logistikmanagement signifikante Erfolgspotenziale. Die Ausnutzung dieser Erfolgspotenziale kann jedoch zu Distributionsprozessen führen, welche die Kundenzufriedenheit negativ beeinflussen können.

JEL Classification: M, L81

Keywords: Online-Shop, Online-Marktplatz, Newsvendor-Modell, Kundenzufriedenheit.

1 Einleitung

Digitale Marktplätze sind im Kern online verfügbare Marktplätze, auf denen ähnlich wie bei einem realen Markt Angebot und Nachfrage aufeinandertreffen. Bezüglich Ausgestaltung und Organisation kann zwischen Online-Shops und Online-Marktplätzen unterschieden werden. Während in Online-Shops der Betreiber als einziger Verkäufer von Produkten und/oder Dienstleistungen auftritt (one-to-many), übt auf Online-Marktplätzen der (Plattform-)Betreiber als unabhängiger Dritter lediglich eine Vermittlungsfunktion für die Produkte und Dienstleistungen (many-to-many) einer Vielzahl von Anbietern aus (Migalk/Hammerschmidt 2004). Auf einem Online-Marktplatz werden somit Produkte und Dienstleistungen verschiedener Anbieter unter einer Marke oder Domain angeboten. Prominente Beispiele sind der Amazon Marketplace, eBay oder der Zalando Marktplatz (das sogenannte Zalando Partner Programm).



Abbildung 1: Weihnachtsmarkt in Bamberg (Fotograf: Steffen Schützwohl,
© BAMBERG Tourismus & Kongress Service/Pressestelle Stadt Bamberg)

Der Betreiber eines Online-Marktplatzes kann jedoch parallel einen eigenen Online-Shop betreiben (z. B. Amazon oder Zalando). In diesen Fällen ist für den Konsument der Unterschied zwischen Online-Marktplatz und Online-Shop oftmals nur schwer zu erkennen, da die Benutzeroberfläche für beide Geschäftsmodelle i. d. R. gleich ist und lediglich der Zusatz „Verkauf und Versand durch ...“ darauf hinweist, ob es sich um den Online-Shop oder den Online-Marktplatz des Betreibers handelt.

Für Unternehmen, die beide Geschäftsmodelle (Eigenhandel und Marktplatz) parallel betreiben, eröffnen sich insbesondere im Logistikmanagement signifikante Erfolgspotenziale. Im Fokus des vorliegenden Beitrags stehen die Bestimmung des α -Servicegrads und damit die Bestimmung der von dem Online-Händler selbst vorzuhaltenden Quantität eines Konsumguts. Diese Optimierung der selbst vorzuhaltenden Menge kann jedoch zu Distributionsprozessen führen, welche die Kundenzufriedenheit negativ beeinflussen können. Im Folgenden wird zunächst eine quantitative, modellgestützte Analyse und Bewertung der Erfolgspotenziale durchgeführt, die mit dem Parallelbetrieb der Geschäftsmodelle Online-Shop und Online-Marktplatz verbunden sind. Anschließend erfolgt die Darstellung und Auswertung einer empirischen Studie zur Kundenzufriedenheit in Abhängigkeit des Belieferungsprozesses.

2 Online-Shop und Online-Marktplatz: zwei Geschäftsmodelle im Parallelbetrieb

Im Weiteren wird auf die Handelslogistik – d. h. auf das Management der gesamten Waren- und Informationsflüsse zwischen einem Handelsunternehmen und seinen Lieferanten, innerhalb des Handelsunternehmens und zwischen einem Handelsunternehmen und seinen Kunden – im Online-Versandhandel fokussiert.

Gerade in diesem Bereich kommt der Logistik, aufgrund rasanter Zuwächse, steigender Versandhandels-Güterströme in Vorwärts- und Rückwärtslogistik bei gleichzeitig immer kleineren Sendungsgrößen, eine große Bedeutung zu. Abbildung 2 zeigt, dass der Umsatz im deutschen Online-Handel von 2014 bis 2019 um mehr als 69 % gestiegen ist, bei gleichzeitigem Anstieg des Sendungsvolumens im deutschen B2C-Markt (inkl. C2B, d. h. Retouren) um 58 % in diesem Zeitraum (BEVH 2019; BIEK 2020).

Im Online-Versandhandel kann grundsätzlich zwischen Online-Shops und Online-Marktplätzen unterschieden werden. Bei einem Online-Shop tritt der Betreiber des Shops als einziger Anbieter und Verkäufer von Produkten und/oder Dienstleistungen auf. Auch Amazon hat zu Beginn lediglich dieses Geschäftsmodell (Eigenhandel bzw. Retail) eines klassischen Online-Händlers verfolgt, d. h. Amazon kauft die Waren bei Herstellern oder anderen Händlern (von Amazon als Vendoren bezeichnet) selbst ein und verkauft diese mit einer Handelsmarge direkt an Kunden (Stummeyer 2020). Vendoren verkaufen somit ihre Waren an Amazon, d. h. sie fungieren als Lieferant für Amazon und sind nach Ablieferung der Ware an Amazon nicht mehr Eigentümer von diesen (Köber 2020a).

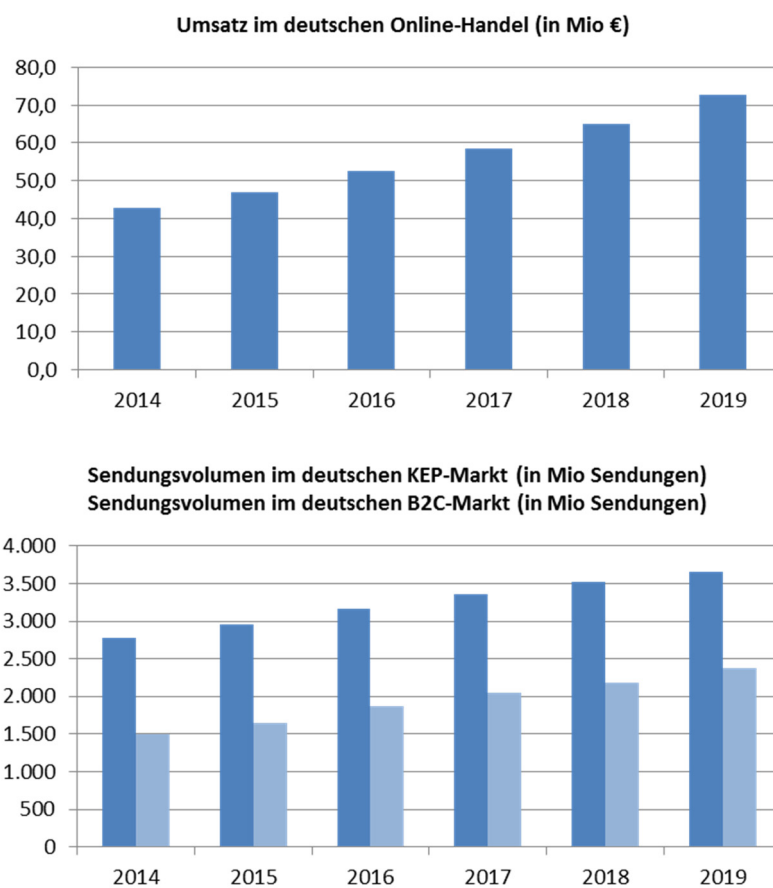


Abbildung 2: Umsatz und Sendungsvolumen im Online-Handel
 (Quellen: BEVH 2019 und BIEK 2020)

Online-Marktplätze oder digitale Marktplätze hingegen bieten als Plattform Produkte und Dienstleistungen verschiedenster Anbieter gebündelt unter einer Marke oder Domain an und vermitteln diese gegen Provision an Kunden (Heinemann 2020). Der (Plattform-)Betreiber als unabhängiger Dritter übt lediglich eine Vermittlungsfunktion für die Produkte und Dienstleistungen einer Vielzahl von Anbietern aus. Amazon beispielsweise betreibt den Amazon Marketplace, auf dem Händler und Hersteller (von Amazon als Seller bezeichnet) ihre Waren den Endkunden anbieten. Wird auf dem Amazon Marketplace ein Produkt durch einen Partner (Seller) verkauft, so erhält Amazon eine Vertriebsprovision, deren Höhe zwar von der Art der Produktkategorie abhängt, aber meistens 15 % des Brutto-Verkaufspreises beträgt. Dies sind – bei einer Umsatzsteuer von 19 % – 17,85 % des eigentlich relevanten Netto-Verkaufspreises (Stummeyer, 2020).

Auch Zalando betreibt neben dem eigentlichen Online-Shop einen Online-Marktplatz, das sogenannte Zalando-Partnerprogramm. Dieses stark wachsende Geschäftsmodell umfasste im Jahr 2019 bereits mehr als 290 so genannte Partner mit über 900 Marken (Zalando, 2019a). Die Vertriebsprovision beträgt je nach Produkt-Kategorie

zwischen 5 % und 25 % des Brutto-Verkaufspreises (Zha, 2019). Aktuell betreiben die drei umsatzstärksten Online-Händler Deutschlands – Amazon, Otto und Zalando – neben ihren klassischen Online-Shops parallel auch entsprechende Online-Marktplätze.

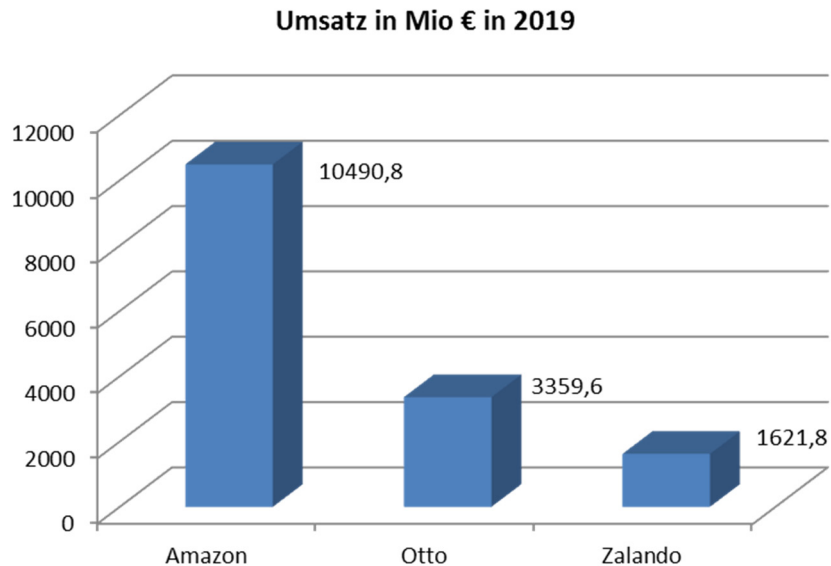


Abbildung 3: Umsatz der größten Online-Händler Deutschlands in 2019

(Quelle: <https://www.ehi.org/de/top-100-umsatzstaerkste-onlineshops-in-deutschland/>)

Das (zusätzliche) Geschäftsmodell Online-Marktplatz ist lukrativ, da es die Möglichkeit bietet, schnelles Wachstum zu realisieren. Im Geschäftsmodell Online-Shop müssen für zusätzliches Wachstum grundsätzlich mehr Waren eingekauft, mehr Lagerflächen geschaffen und mehr Ressourcen für die Kommissionierung und den Versand vorgehalten werden, während Wachstum im Marktplatz-Geschäftsmodell hingegen keine wesentlichen Investitionen erfordert (Stummeyer 2020).

Die Bedeutung des Geschäftsmodells Online-Marktplatz kann anhand der Kennzahl Gross Merchandising Volume (GMV) beurteilt werden. Die Kennzahl gibt den Gesamtwert der Verkäufe an (Bruttoumsatz, Bruttowarenvolumen), die auf einer Plattform in einem bestimmten Zeitraum getätigt werden. Alternativ kann für das Marktplatz-Geschäftsmodell der Begriff Außenumsatz verwendet werden, da hier der Gesamtwert der Verkäufe gemessen wird, der nicht vom Betreiber des Marktplatzes, sondern durch Dritte (unabhängige Hersteller und Händler) generiert wird.

Wird das Gross Merchandising Volume (GMV) des Eigenhandels (Retail) von Amazon dem Amazon Marketplace gegenüber gestellt (Abbildung 4), so zeigt sich, dass der Anteil des Amazon Marketplace am gesamten GMV seit 2010 steigt. Im Jahr 2020 erreichte der Marketplace einen Anteil von 60 % am GMV von Retail und Marketplace zusammen (Lang 2021). Diese für Deutschland angegebenen Daten spiegeln

auch weltweite Entwicklung wider (Marketplacepulse 2021). Eine ähnliche Entwicklung ist bei Zalando zu beobachten. Während der Anteil des Partnerprogramms (dem Zalando Marktplatz) in 2018 gerade 10 % des gesamten GMV betrug (Krisch 2018), soll dieser Anteil bis 2023 auf 40 % wachsen (Zha, 2019).

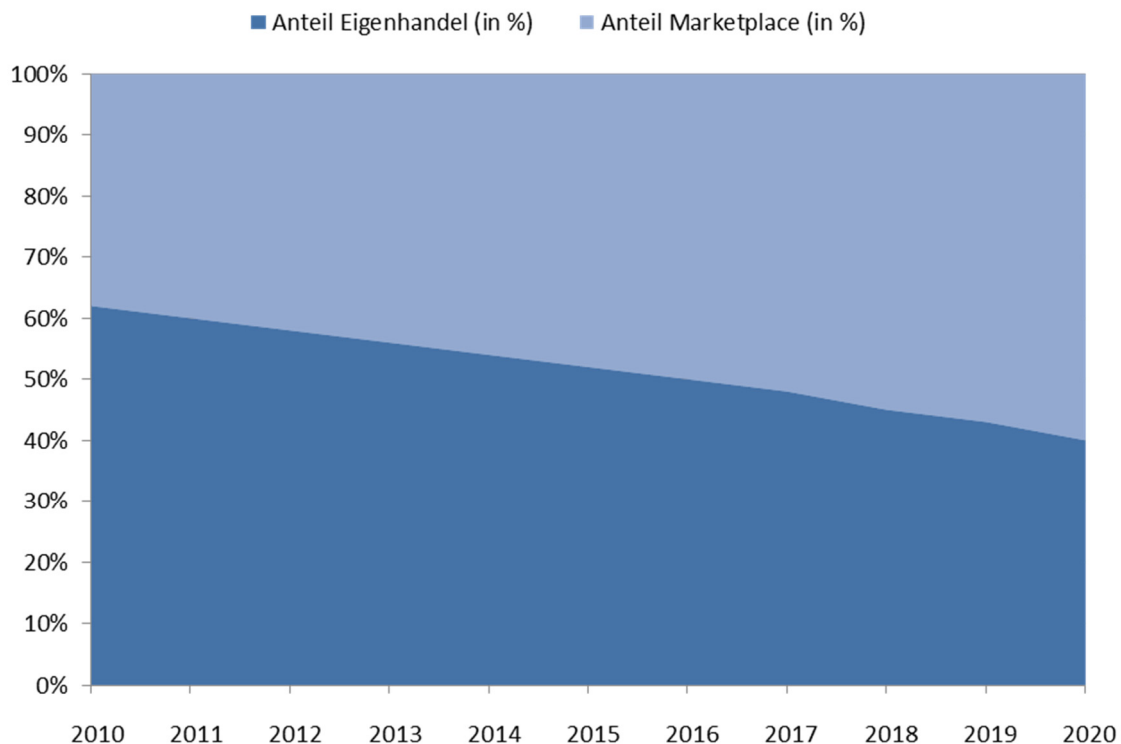


Abbildung 4: Eigenhandel versus Marktplatz – GMV-Anteile in %
(Quelle: Krisch 2019 und Lang 2021)

Bei einem klassischen Online-Marktplatz kommt es zu dem so genannten Drop-shipping. Bestellt ein Kunde Waren eines Sellers (Partners) über den Online-Marktplatz, so wird der Seller informiert und liefert die Bestellung aus seinem eigenen Lager. Aus Sicht des Online-Marktplatzes erfolgt ein Streckengeschäft (Drop-shipping) derart, dass eine Direktlieferung vom Seller an den Kunden erfolgt. Für den Betreiber des Online-Marktplatzes liegt der Reiz dieses Geschäftsmodells darin, dass, wie bereits dargelegt, im Vergleich zu einem Online-Shop Wachstum ohne größere Investitionen möglich ist. Entsprechend stellen Ayanso et al. (2006, S. 136) fest: „Drop-shipping allows e-tailers to sell merchandise without directly spending on inspecting, holding, picking, and packing.“

Demgegenüber haben sich in den vergangenen Jahren Varianten etabliert, bei denen die Betreiber von Online-Marktplätzen kein reines Streckengeschäft betreiben, sondern zusätzlich Logistikdienstleistungen erbringen. Unternehmen wie Amazon oder Zalando, die sowohl einen Online-Shop als auch einen Online-Marktplatz betreiben, können des dabei ihre bereits bestehende Logistikinfrastruktur nutzen, den Sellern

oder Partnern bestimmte Logistikdienstleistungen im Rahmen des sogenannten Fulfillment anzubieten. Sämtliche Aktivitäten von der Bestellungsannahme, Lagerhaltung, Kommissionierung, Verpackung und Versand der Waren bis hin zu den Aktivitäten im Rahmen des Retourenmanagements werden in diesem Fall von dem Betreiber des Online-Marktplatzes übernommen. Bei Amazon wird dieses Angebot unter dem Namen Fulfillment by Amazon (FBA) betrieben. Amazon stellt den Sellern Lagerkapazitäten zur Verfügung und übernimmt den Versand der Ware sowie weitere logistische Zusatzleistungen (Köber 2020b). Zalando wiederum nennt diese Abwicklungsmöglichkeit Zalando Fulfillment Solutions (ZFS) (Zalando, 2019b).

Im Rahmen der genannten Fulfillment-Lösungen erfolgt eine Lösung entsprechend einem Konsignationslager, bei dem der Betreiber des Online-Marktplatzes die Lieferung an den Kunden zwar aus dem eigenen Lager vornimmt, da die Lager- und Distributionskosten jedoch der Seller bzw. Partner trägt, handelt es sich wiederum um ein Quasi-Drop-shipping.

Aktuelle Entwicklungen gehen noch weiter. So wird von Zalando beispielsweise der stationäre Einzelhandel in den Online-Marktplatz eingebunden. In dieser Situation werden Kundenbestellungen bei dem Online-Marktplatz an stationäre Einzelhändler weitergeleitet, Logistikdienstleister wie DHL holen die Bestellungen direkt in den entsprechenden Filialen der Einzelhändler ab und liefern diese an die Kunden. Potenzielle Retouren werden ebenfalls direkt in die Einzelhandelsfilialen zurückgeliefert. Bei Zalando wird diese Möglichkeit Zalando Connected Retail genannt (Zalando, 2020). Grundsätzlich handelt es sich hierbei auch wieder um das Streckengeschäft (Drop-shipping) wie oben beschrieben. Die Unterschiede bestehen nur darin, dass die Einzelhandelsfiliale als Lager angesehen wird und die Logistikprozesse bereits von Zalando angestoßen werden, da Zalando über entsprechende Warenbestandsinformationen verfügt.

Schließlich treten Online-Händler auch als reine Logistikdienstleister auf. Bei dieser Möglichkeit bestellt der Kunde zwar direkt im Online-Shop z. B. eines Herstellers, die Logistikprozesse von der Lieferung aus dem Lager des Online-Händlers (wo die Waren des Herstellers eingelagert sind) bis hin zur Abwicklung potenzieller Retouren übernimmt jedoch der Online-Händler. Zalando erprobt diese Möglichkeit als so genanntes Multi-Channel-Modell mit ausgewählten Partnern (Zalando 2019c).

Insbesondere die Doppelrolle, die Unternehmen wie Amazon, Zalando oder Otto spielen, soll im Weiteren beachtet werden. Als Betreiber von Online-Marktplätzen bieten sie Verkäufern (Partnern oder Sellern) eine Plattform, auf der diese ihre Produkte und Dienstleistungen anbieten können. Als Betreiber von Online-Shops wiederum stehen sie in direkter Konkurrenz zu ihren Partnern und Sellern. Darüber hinaus verfügen sie aufgrund ihrer Marktplatz-Aktivitäten über sensible Daten der Partner

bzw. Seller: Informationen über Kundennachfrage, Kundenverhalten, Lagerbestände der Verkäufer, Retourenverhalten der Kunden. Es besteht somit der Anreiz, diesen Informationsvorsprung entsprechend zu nutzen. Dies bestätigten auch aktuell laufende kartellrechtliche Ermittlungen. Die EU-Kommission prüft beispielsweise aktuell, ob Amazon auf unfaire Weise mit seinen Verkäufern auf dem Amazon Marketplace konkurriert: „Amazon könne [...] seine Angebote auf diejenigen Produkte einer Kategorie konzentrieren, die sich am besten verkauften und seine Angebote auf der Grundlage nicht öffentlicher Daten konkurrierender Verkäufer anpassen“ (Spiegel, 2020).

Im Folgenden wird auf diese Doppelrolle fokussiert. Am Beispiel der Festlegung von Beschaffungs- bzw. Angebotsquantitäten wird modellbasiert analysiert, welchen Einfluss der Parallelbetrieb von Online-Shop und Online-Marktplatz bei der Entscheidungsfindung haben kann.

3 Das Newsvendor-Modell bei Parallelbetrieb von Online-Shop und Online-Marktplatz

Betreibt ein Unternehmen sowohl einen Online-Shop als auch einen Online-Marktplatz, so wird eine Vielzahl von Produkten sowohl von dem Betreiber selbst auf dem Online-Shop angeboten als auch von Verkäufern auf dem Online-Marktplatz. Bestellt der Kunde bei einem Verkäufer auf dem Online-Marktplatz kommt es zu einem Dropshipping, d. h. aus Sicht des Betreibers des Online-marktplatzes erfolgt ein Streckengeschäft derart, dass eine Direktlieferung der auf dem Online-Marktplatz eingehenden Bestellungen direkt vom Verkäufer aus dessen eigenem Lager oder aus dem von ihm beim Betreiber des Online-Marktplatzes angemieteten Lagers (Fulfillment) erfolgt. Diese Option kann bei der Bestimmung der von dem Betreiber des Online-Marktplatzes in seiner Rolle als Online-Shop selbst vorzuhaltenden Produktquantität berücksichtigt werden. Für die Analyse des Einflusses dieser Option auf die bereitgestellte Produktquantität soll das Newsvendor-Modell (Arrow et al., 1951) herangezogen werden.

3.1 Das Newsvendor-Modell

Das Newsvendor-Modell ist an die Entscheidungssituation eines Zeitungsverkäufers angelehnt, der festlegen muss, wie viele Zeitungen für einen Tag beschafft werden sollen. Ist die Nachfrage größer als die Beschaffungsmenge, so gehen während des Tages die Zeitungen aus und es entstehen Fehlmengensituationen. Ist die Nachfrage jedoch geringer als die Beschaffungsmenge, so bleiben am Ende des Tages Zeitungen übrig. Diese Entscheidungssituation ist immer dann gegeben, wenn folgende Eigenschaften vorliegen:

- kurze Verkaufsperiode,

- keine Nachlieferung während der Verkaufsperiode,
- erhebliche Unsicherheit in der Nachfrage, und
- Produkte verlieren nach der Verkaufsperiode erheblich an Wert.

Dies ist für viele Konsumgüter – insbesondere auch für Modeprodukte – gegeben. So hebt Diruf (2001) die Relevanz des Newsvendor-Modells für Modeprodukte hervor, denn gerade Modeprodukte sind durch kurze Produktlebenszyklen, hohe Innovationsraten und eine große Variantenvielfalt gekennzeichnet. Insbesondere die hohe Variantenvielfalt führt zusammen mit einer hohen Volatilität der Nachfrage zu einer geringen Prognostizierbarkeit der Saisonnachfrage. Neben modischer Bekleidung können in diesem Kontext auch Sportartikel, Spielzeug oder Produkte der Unterhaltungselektronik als Modeprodukte bezeichnet werden (Oberländer, 2008).

Die Entscheidungssituation des Newsvendor-Problems kann folgendermaßen beschrieben werden (Oberländer, 2008):

- Analog zu einem Zeitungsverkäufer muss der Entscheider vor einer Verkaufsperiode die Beschaffungsmenge x [ME] eines Produkts festlegen.
- Die Einkaufskosten (cost) pro Stück betragen c [GE/ME]. Der Kostensatz c kann dabei auch mengenabhängige Lager- und Transportkosten umfassen.
- Während der Verkaufsperiode kann das Produkt zum Stückpreis (revenue) r [GE/ME] verkauft werden, wobei $r > c$ gilt.
- Es besteht Unsicherheit über die Ausprägung der Nachfrage, d. h. die Nachfrage \tilde{b} [ME] ist eine Zufallsvariable. Die Nachfrage \tilde{b} [ME] kann zum Entscheidungszeitpunkt nur in Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung abgeschätzt werden, mit der Dichtefunktion $f(\tilde{b})$ und der Verteilungsfunktion $F(\tilde{b})$. Die Verteilungsfunktionen $F(\tilde{b})$ der Zufallsvariable \tilde{b} gibt an, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass die Zufallsvariable \tilde{b} einen Wert gleich oder kleiner eines bestimmten Wertes b annimmt: $F(\tilde{b}) = \text{Prob}\{\tilde{b} \leq b\}$.
- Der Erwartungswert der Nachfrage wird mit μ angegeben und die Varianz der Nachfrage mit σ^2 , d. h. die Standardabweichung beträgt σ oder $\sqrt{\sigma^2}$.
- Ist die Beschaffungsmenge x [ME] einmal festgelegt, dann sind Nachlieferungen vor und während der Verkaufsperiode nicht mehr möglich. Aufgrund der Prognoseunsicherheit bezüglich der Nachfrage \tilde{b} [ME] und der fehlenden Möglichkeit einer Nachlieferung während der Verkaufsperiode, lassen sich zu große oder zu kleine Beschaffungsmengen nicht vermeiden. Dieses Risiko eines Überbestands bei niedriger Nachfrage und vice versa eines Unterbestands bei hoher Nachfrage führt zu Kosten (Brabänder, 2020).
- Wird zu viel beschafft, d. h. wenn die tatsächliche Nachfrage b [ME] geringer ist als die Beschaffungsmenge x [ME] (es gilt dann $x > b$), verbleiben am Ende der Verkaufsperiode nicht verkaufte Restmengen (Überschussmengen, Überde-

ckungsmengen, Überbestände), welche nur zu einem stark verminderten Rückgabe- oder Verwertungspreis (salvage value) v [GE/ME] im Ausverkauf oder an einen Verwerter abgesetzt werden können, mit $v < c$. Der Verwertungspreis v [GE/ME] kann auch negative Werte annehmen, wenn Überbestände als Abfall kostenpflichtig entsorgt werden müssen. Für Überbestände ergeben sich somit Stückverluste bzw. ein Überbestandskostensatz von $c_o = c - v$ [GE/ME].

- Wird zu wenig beschafft, d. h. wenn die tatsächlich eintretende Nachfrage b [ME] größer ist als die Beschaffungsmenge x [ME] (und somit $x < b$ gilt), treten Fehlmengen (Out of Stock-Situationen, Unterbestände, Unterdeckungsmengen) auf. Für solche Fehlmengen fällt pro Stück ein kalkulatorischer, entgangener Stückdeckungsbeitrag in Höhe des Unterbestandskostensatzes $c_u = r - c$ [GE/ME] an.
- Das Ziel besteht darin, die Beschaffungsmenge x [ME] so festzulegen, dass der Erwartungswert des Gewinns $E[\Pi(x)]$ maximal wird. Es kann gezeigt werden, dass der erwartete Gewinn genau dann maximal wird, wenn die erwarteten Kosten ihr Minimum annehmen (Gotoh/Takano, 2007).

Die Bestimmung der Beschaffungsmenge x [ME] kann über einen intuitiven Weg über eine Grenzbetrachtung erfolgen (Brabänder, 2020). Ausgehend von einer bestimmten Beschaffungsmenge x [ME] kann der Entscheidungsträger die Beschaffungsmenge um eine Mengeneinheit erhöhen. Mit der Wahrscheinlichkeit $F(x) = \text{Prob}\{x \leq b\}$ bleibt diese zusätzliche Mengeneinheit übrig und es entstehen Überbestandskosten in Höhe von c_o [GE/ME], das bedeutet zusätzliche, erwartete Kosten in Höhe von $c_o \cdot F(x)$. Umgekehrt führt eine Verringerung der Beschaffungsmenge, ausgehend von x [ME], mit einer Wahrscheinlichkeit von $1 - F(x)$ zu einem Unterbestand und den zusätzlichen erwarteten Unterbestandskosten in Höhe von $c_u \cdot (1 - F(x))$. Von beiden Alternativen wird diejenige gewählt, die zu geringeren, erwarteten Kosten führt. Der Entscheidungsträger wird so lange die Beschaffungsmenge erhöhen bzw. verringern, bis die erwarteten Kosten einer weiteren Einheit Überbestand und die erwarteten Kosten einer weiteren Einheit Unterbestand gleich sind:

$$(1) \quad c_o \cdot F(x) = c_u \cdot (1 - F(x)).$$

Durch Umformen von (1) ergibt sich die Optimalitätsbedingung:

$$\begin{aligned} c_o \cdot F(x) &= c_u \cdot (1 - F(x)) \\ c_o \cdot F(x) &= c_u - c_u \cdot F(x) \\ (2) \quad (c_o + c_u) \cdot F(x) &= c_u \end{aligned}$$

$$F(x) = \frac{c_u}{c_o + c_u}$$

Der Quotient $\frac{c_u}{c_u + c_o}$ wird als kritisches Verhältnis bzw. Critical Ratio (CR) oder als

α -Servicegrad bezeichnet. Der α -Servicegrad gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass der tatsächliche Bedarf (d. h. die Nachfrage) vollständig aus dem vorhandenen Lagerbestand gedeckt werden kann (Tempelmeier, 2010), d. h. die Wahrscheinlichkeit, dass für die Nachfrage in der Verkaufsperiode $b \leq x$ gilt. Die Bedingung für die optimale, die Summe der erwarteten Über- und Unterbestandskosten minimierende, Beschaffungsmenge x^* lautet:

$$(3) \quad F(x^*) = \frac{c_u}{c_u + c_o} = CR^* \quad \text{mit} \quad 0 \leq CR \leq 1.$$

Die optimale Beschaffungsmenge x^* ist dort gegeben, wo die Verteilungsfunktion der Nachfrage den Wert des Critical Ratio annimmt, d. h. der Relation von Unterbestandskostensatz zur Summe aus Unterbestandskostensatz und Überbestandskostensatz. Die Herleitung der Produktquantität x^* ist dabei unabhängig von der zu Grunde liegenden Wahrscheinlichkeitsverteilung. Bei normalverteilter Nachfrage mit beliebigem Erwartungswert μ und beliebiger Standardabweichung σ kann auf die Standardnormalverteilung zurückgegriffen werden. Die optimale Beschaffungsmenge bei normalverteilter Nachfrage ergibt sich als (Tempelmeier, 2010):

$$(4) \quad x^* = \mu + z \cdot \sigma.$$

Hierbei kann z als Sicherheitsfaktor interpretiert werden, um einen bestimmten Service-Level zu erreichen. Entsprechend kann $z \cdot \sigma$ als Sicherheitsbestand interpretiert werden. So stellen Zinn et al. (1989, S. 4) bezüglich des Faktors z heraus: „[...] a managerial determined factor that indicates the number of standard deviations of demand to be kept as safety stock.“ Dabei korrespondiert der Sicherheitsfaktor z mit dem zu erreichenden α -Servicegrad (Critical Ratio (CR)), welcher die Wahrscheinlichkeit angibt, dass der tatsächliche Bedarf (d. h. die Nachfrage) vollständig aus dem vorhandenen Lagerbestand gedeckt werden kann (Tempelmeier, 2010). Wird beispielsweise ein α -Servicegrad von 90 % vorgegeben, kann aus der Tabelle der Standardnormalverteilung für $F_{01}(z) = 0,9$ annähernd abgelesen werden, dass $z = 1,28$ ist, d. h. es wird der Wert für z gesucht, für den die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung $N(0;1)$ den Wert 0,9 annimmt. Der Servicegrad findet seinen Ausdruck somit in dem Sicherheitsfaktor (Reese, 2006).

Die optimale Beschaffungsmenge bei normalverteilter Nachfrage ergibt sich mit $x^* = \mu + z \cdot \sigma$. Entsprechend ergeben sich folgende Zusammenhänge:

$$(5) \quad F(x^*) = F_{01}(z^*), \quad F_{01}(z^*) = \frac{c_u}{c_o + c_u} = CR \quad \text{und} \quad z^* = F_{01}^{-1}\left(\frac{c_u}{c_o + c_u}\right) = F_{01}^{-1}(CR).$$

Die Beschaffungsquantität x^* , welche die Summe aus erwarteten Über- und Unterbestandskosten minimiert, wird so bestimmt, dass mit einer Wahrscheinlichkeit in Höhe des Critical Ratio, die Nachfrage kleiner oder gleich der festgelegten Quantität ist. Je höher der Unterbestandskostensatz im Vergleich zu dem Überbestandskostensatz ist, desto höher ist der Critical Ratio und desto mehr Produktquantität sollte bestellt werden, um Unterbestandskosten zu vermeiden und dafür geringere Überbestandskosten in Kauf zu nehmen. Sind Über- und Unterbestandskostensatz identisch ($CR=0,5$), wird genau der Erwartungswert μ bestellt.

3.2 Das Newsvendor-Modell unter Beachtung von Drop-shipping

Im Weiteren wird ein Online-Händler betrachtet, der sowohl einen Online-Shop als auch einen Online-Marktplatz betreibt. Die damit gegebene Möglichkeit des Drop-shippings wirkt sich direkt auf die kalkulatorischen Fehlmengenkosten – Unterbestandskostensatz – aus. Werden eingehende Bestellungen über den Online-Shop befriedigt, so kalkuliert der Online-Händler mit einem Fehlmengenkostensatz von $c_u = r - c$ [GE/ME].

Betreibt das Unternehmen parallel einen Online-Marktplatz, so können eingehende Bestellungen für das gleiche Produkt grundsätzlich auch durch einen Marktplatz-Partner befriedigt werden. Für solche Transaktionen erhält der Marktplatzbetreiber eine Provision. Diese Provision kann bei der Ermittlung des zu beachtenden Fehlmengenkostensatzes aus Sicht des Online-Händlers berücksichtigt werden. Ist der Online-Shop nicht lieferfähig und die entsprechende Transaktion wird über einen Partner auf dem Online-Marktplatz abgewickelt, so ergibt sich für den Online-Händler der zu beachtende Fehlmengenkostensatz \hat{c}_u [GE/ME] als Differenz zwischen der Gewinnmarge bei Eigenverkauf (Eigenhandel bzw. Retail) $r - c$ [GE/ME] und Verkaufsprovision p [GE/ME]: $\hat{c}_u = (r - c) - p$ [GE/ME].

Betragen die Einkaufskosten (cost) pro Stück z. B. $c = 40$ und kann das Produkt während der Verkaufsperiode zum Stückpreis (revenue) $r = 100$ verkauft werden, so beträgt der Fehlmengenkostensatz für den Online-Shop $c_u = r - c = 60$. Aus Sicht der Rolle des Betreibers des Online-Marktplatzes sinkt dieser Fehlmengenkostensatz bei einer Provision von z. B. 20 % ($p = 0,2 \cdot r$) auf: $\hat{c}_u = (r - c) - p = 40$. Der Fehlmengenkostensatz sinkt somit um 33,33 %. Es wird somit ein geringerer Critical Ratio (CR) $\frac{\hat{c}_u}{\hat{c}_u + c_o}$ angestrebt, sodass die Beschaffungsmenge signifikant sinkt. Theoretisch

kommt es erst zu einer Fehlmenge, wenn auch die Partner auf dem Marktplatz ein bestimmtes Produkt nicht mehr liefern können. In diesem Fall entgeht dem Online-Händler die Verkaufsprovision. Wird dies der Kalkulation zu Grunde gelegt, sinkt der Fehlmengenkostensatz sogar auf $\tilde{c}_u = p = 20$ und damit um 66,66 %.

3.3 Das Newsvendor-Modell mit Drop-shipping: ein Beispiel

Die dargelegten Zusammenhänge sollen an einem numerischen Beispiel aufgezeigt werden. Hierbei wird zunächst ein Online-Händler betrachtet, der online Sportartikel von unterschiedlichen Herstellern anbietet. Im Frühjahr (März/April) möchte der Online-Händler eine bestimmte Jogginghose eines Sportartikelherstellers in seinem Online-Shop anbieten. Es ist festzulegen, wie viele Jogginghosen in der Größe XL bei dem Sportartikelhersteller bestellt werden sollen.

Der Einkaufspreis pro Jogginghose beträgt $c = 40$ [€/ME]. Der Verkaufspreis wird auf $r = 100$ [€/ME] festgelegt. Jogginghosen, die im Frühjahr nicht abgesetzt werden, können an einen Restpostenhändler für $v = 20$ [€/ME] verkauft werden. Es wird angenommen, dass die Nachfrage nach den Jogginghosen der Größe XL einer Normalverteilung folgt, mit $\mu = 4000$ und $\sigma = 1000$. Die Über- und Unterbestandskostensätze sowie der daraus folgende Critical Ratio lauten:

$$(6) \quad c_o = c - v = 40 - 20 = 20, \quad c_u = r - c = 100 - 40 = 60, \quad \frac{c_u}{c_u + c_o} = \frac{60}{60 + 20} = 0,75.$$

z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$
:	:	:	0,50	0,3521	0,6915
0,29	0,3825	0,6141	0,51	0,3503	0,6950
0,30	0,3814	0,6179	0,52	0,3485	0,6985
0,31	0,3802	0,6217	0,53	0,3467	0,7019
0,32	0,3790	0,6255	0,54	0,3448	0,7054
0,33	0,3778	0,6293	0,55	0,3429	0,7088
0,34	0,3765	0,6331	0,56	0,3410	0,7123
0,35	0,3752	0,6368	0,57	0,3391	0,7157
0,36	0,3739	0,6406	0,58	0,3372	0,7190
0,37	0,3725	0,6443	0,59	0,3352	0,7224
0,38	0,3712	0,6480	0,60	0,3332	0,7257
0,39	0,3697	0,6517	0,61	0,3312	0,7291
0,40	0,3683	0,6554	0,62	0,3292	0,7324
0,41	0,3668	0,6591	0,63	0,3271	0,7357
0,42	0,3653	0,6628	0,64	0,3251	0,7389
0,43	0,3637	0,6664	0,65	0,3230	0,7422
0,44	0,3621	0,6700	0,66	0,3209	0,7454
0,45	0,3605	0,6736	0,67	0,3187	0,7486
0,46	0,3589	0,6772	0,68	0,3166	0,7517
0,47	0,3572	0,6808	0,69	0,3144	0,7549
0,48	0,3555	0,6844	0,70	0,3123	0,7580
0,49	0,3538	0,6879	:	:	:

Abbildung 5: Relevanter Ausschnitt aus der Tabelle der Standardnormalverteilung

Aus der Tabelle der Standardnormalverteilung (Abbildung 5) kann für $F_{0,1}(z) = 0,75$ zumindest annähernd abgelesen werden, dass $z = 0,68$ ist, d. h. der Wert für z , für den die Verteilungsfunktion der $N(0;1)$ den Wert 0,75 annimmt. Es wurde für z gemäß der „Round-up rule“ nach Cachon/Terwiesch (2013, S. 253) der höhere Wert gewählt: „Whenever you are looking up a target value in a table and the target value falls between two entries, choose the entry that leads to the larger order quantity.“ Für die Beschaffungsmenge ergibt sich:

$$(7) \quad x^* = \mu + z \cdot \sigma = 4000 + 0,68 \cdot 1000 = 4680 .$$

Der Online-Händler betreibt auch einen Online-Marktplatz. Der betrachtete Sportartikelhersteller betreibt auf diesem digitalen Marktplatz einen Store, d. h. die betrachtete Jogginghose kann auch über den Online-Marktplatz von dem Sportartikelhersteller bezogen werden.

Wird die Jogginghose auf dem Online-Marktplatz direkt durch den Partner (Seller), so erhält der Online-Händler eine Vertriebsprovision in Höhe von 20 % des Verkaufspreises ($p = 0,2 \cdot r$). Diese Provision kann bei der Ermittlung des zu beachtenden Fehlmengenkostensatzes berücksichtigt werden. Ist der Online-Händler selbst nicht mehr lieferfähig und die entsprechende Transaktion wird über den Partner auf dem digitalen Marktplatz abgewickelt, so entgeht dem Online-Händler zwar die Gewinnmarge ($r - c$) [€/ME], jedoch erhält der Online-Händler immer noch die Provision. Die Über- und Unterbestandskostensätze sowie der daraus folgende Critical Ratio lauten nun:

$$(8) \quad c_o = c - v = 20, \quad \hat{c}_u = (r - c) - p = 100 - 40 - 20 = 40, \quad \frac{\hat{c}_u}{\hat{c}_u + c_o} = \frac{40}{40 + 20} = 0,667 .$$

Aus der Tabelle der Standardnormalverteilung (Abbildung 5) kann für $F_{0,1}(z) = 0,667$ der Wert $z = 0,44$ abgelesen werden. Für die Beschaffungsmenge ergibt sich:

$$(9) \quad x^* = \mu + z \cdot \sigma = 4000 + 0,44 \cdot 1000 = 4440 .$$

Die Beschaffungsmenge sinkt um 240 [ME], d. h. um mehr als 5 %.

Wird zu Grunde gelegt, dass es erst zu einer Fehlmenge kommt, wenn auch Sportartikelhersteller auf dem Marktplatz die betrachtete Jogginghose nicht mehr liefern kann, so kann als Fehlmengenkostensatz lediglich die entgangene Verkaufsprovision herangezogen werden:

$$(10) \quad c_o = c - v = 20, \quad \tilde{c}_u = p = 20, \quad \frac{\tilde{c}_u}{\tilde{c}_u + c_o} = \frac{20}{20 + 20} = 0,5 .$$

Die Beschaffungsmenge x^* , welche die Summe aus erwarteten Über- und Unterbestandskosten minimiert, wird so bestimmt, dass mit einer Wahrscheinlichkeit in Höhe des Critical Ratio, die Nachfrage kleiner oder gleich der festgelegten Quantität ist. Je

höher der Unterbestandskostensatz im Vergleich zu dem Überbestandskostensatz ist, desto höher ist der Critical Ratio und desto mehr Produktquantität sollte beschafft werden, um Unterbestandskosten zu vermeiden und dafür geringere Überbestandskosten in Kauf zu nehmen. Sind Über- und Unterbestandskostensatz identisch ($CR=0,5$), ergibt sich für $F_{0,1}(z)=0,5$ der Wert $z=0$ und es wird genau der Erwartungswert μ beschafft. Somit ergibt sich: $x^* = \mu + z \cdot \sigma = 4000 + 0 \cdot 1000 = 4000$. Gegenüber der Ausgangssituation sinkt die Beschaffungsmenge um 680 [ME] und damit um über 14,5 %.

4 Parallelbetrieb von Online-Shop und Online-Marktplatz: Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit

Die Kundenzufriedenheit bzw. -unzufriedenheit beschreibt die emotionale Reaktion von Kunden auf das erhaltene Leistungsbündel. Kundenzufriedenheit ist somit das Ergebnis des Vergleichs zwischen den Erwartungen an eine Transaktion und den Erfahrungen, die der Kunde mit dieser gemacht hat (Asdecker/Thomschke, 2018). Als Erfolgsfaktoren von Online-Shops und Online-Marktplätzen werden u. a. die Webseitengestaltung, die Benutzerfreundlichkeit, das Sortiment, das Preis-Leistungsverhältnis, der Service, der Bezahlvorgang und der Versand bzw. die Lieferung angeführt (eBusiness Lotse, 2013).

In einer empirischen Studie zeigen Asdecker/Thomschke (2018), dass die Kunden das Einhalten des Liefertermins, Informationen zum Versandstatus sowie einen kostenlosen Versand als besonders wichtig empfinden. Hier soll jedoch auf einen weiteren, die Kundenzufriedenheit beeinflussenden Faktor fokussiert werden: der Komplettversand.

Der oben dargestellte Effekt führt tendenziell dazu, dass Marktplatzbetreiber, welche parallel auch einen Online-Shop betreiben, ihre eigenen Lagerbestände reduzieren. Diese Tendenz zeigt sich auch in den Werten des Gross Merchandising Volume bzw. Gross Merchandise Value (GMV). Für den Online-Händler besteht somit der Anreiz, im eigenen Lager lediglich Schnelldreher vorzuhalten und Langsamdreher auf die Marktplatz-Partner abzuwälzen (Sucky/Felch 2021).

Nehmen die Marktplatz-Partner jedoch nicht den Fulfillment-Service des Online-Marktplatz-Betreibers in Anspruch, sondern liefern Bestellungen tatsächlich aus ihren eigenen Lägern, so werden Kundenbestellungen, die mehrere Artikel enthalten, i. d. R. in mehrere Teillieferungen der einzelnen betroffenen Marktplatz-Partner aufgesplittet.

In einer empirischen Studie zeigen Sucky/Felch (2021), wie sich das Zerlegen einer Bestellung in Teillieferungen auf die Kundenzufriedenheit auswirkt. Anhand verschiedener Attribute konnten die Studienteilnehmer ihr Empfinden gegenüber Teillieferungen beschreiben. Im Vergleich mit einem Komplettversand zeigt sich deutlich, dass sich Teillieferungen einer Bestellung negativ auf die Kundenzufriedenheit auswirken.

Neben der aufgezeigten negativen Wirkung von Teillieferungen auf die Kundenzufriedenheit, rückt noch ein weiterer negativer Effekt in den Fokus. Werden Artikel einer Bestellung in mehreren Paketen versandt, so steigt die Anzahl potenziell retournierter Pakete. Werden beispielsweise 6 Artikel einer Bestellung in 6 Teillieferungen versandt, so können bis zu 6 Retouren erfolgen. Kommen alle Artikel in einem Paket, so resultiert maximal eine Retoure.

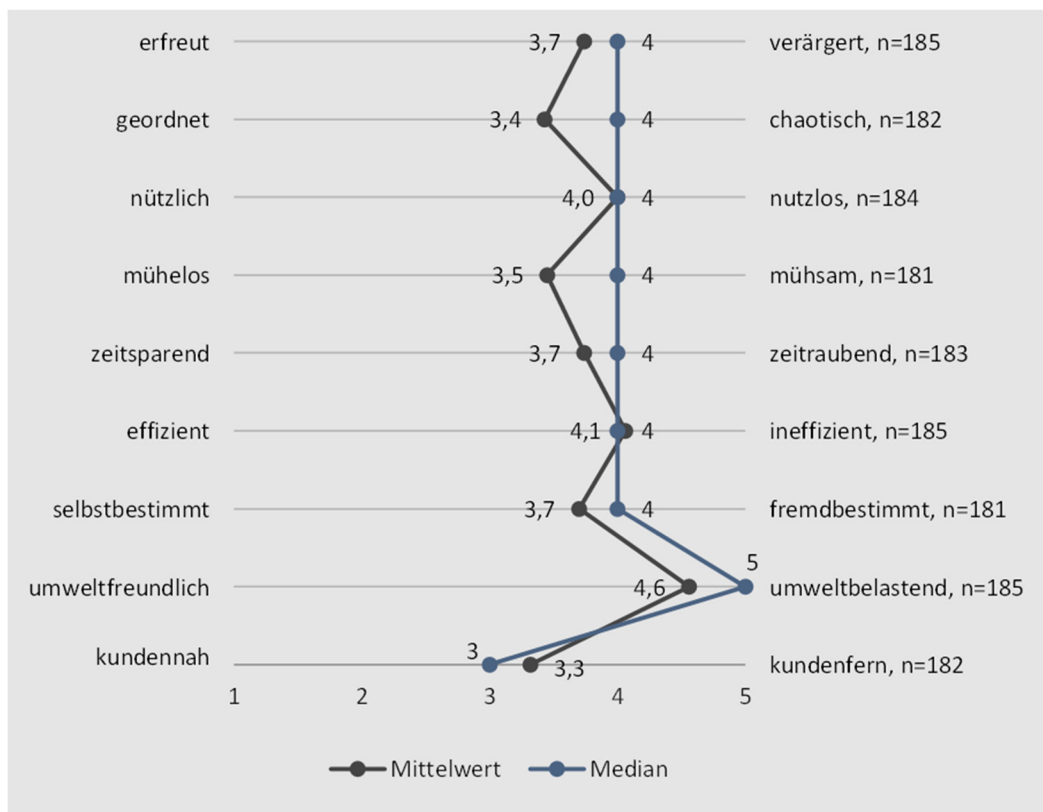


Abbildung 6: Wie werden Teillieferungen von den Studienteilnehmern empfunden
(Quelle: Sucky/Felch 2021)

5 Schlussbetrachtung

Digitale oder Online-Marktplätze bieten als Plattform Produkte und Dienstleistungen verschiedener Anbieter gebündelt unter einer Marke oder Domain und vermitteln diese gegen Provision an Kunden (Heinemann, 2020). Betreibt eine ein Online-Händler neben seinem Online-Shop auch einen Online-Marktplatz, so kann zunächst ein

positiver Effekt hinsichtlich des Kundennutzens derart identifiziert werden, dass dem Kunden eine große Produktauswahl angeboten wird. Auch bezüglich der User Experience (Nutzererlebnis) bieten sich positive Effekte, da dem Kunden während des Kaufprozesses verwandte und vergleichbare Produkte angeboten werden. Jedoch eröffnen sich für den Marktplatzbetreiber (als Online-Händler und Plattformbetreiber in Personalunion) wie gezeigt wurde, auch die Möglichkeit, seinen Lagerbestand signifikant zu senken, bei gleichbleibendem Lieferserviceniveau. Durch die Möglichkeit des Drop-shippings und einer Konzentration auf Schnelldreher steigt die Tendenz, Kundenbestellungen in mehreren Teillieferungen zu versenden. Sinkenden Logistikkosten steht dann eine sinkende Kundenzufriedenheit entgegen. Eine Strategie kann es sein, die Marktplatz-Partner in die Fulfillment-Lösungen des Marktplatz-betreibers zu integrieren. Dann ist es möglich die Ansätze der Sendungsbündelung oder sogar der Slow Logistics zu realisieren und einen Komplettversand von Bestellungen zu ermöglichen.

6 Literaturverzeichnis

- Arrow, K. J./Harris, T. E./Marsctiak, J. (1951): Optimal Inventory Policy, in: *Econometrica*, Vol. 19, No.3, S. 250–272.
- Asdecker, B./Thomschke, H. (2018): Kundenerwartungen im E-Commerce – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Rusnjak, A./Schallmo, D. (Hrsg.): *Customer Experience im Zeitalter des Kunden. Best Practices, Lessons learned und Forschungsergebnisse*, Wiesbaden, S. 217–233.
- Ayanso, A./Diaby, M./Nair, S. K. (2006): Inventory rationing via drop-shipping in Internet retailing: A sensitivity analysis, in: *European Journal of Operational Research*, 171 (1), S. 135–152.
- BEVH (2019): *Interaktiver Handel in Deutschland*. Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland e.V. (bevh). Abgerufen am 04.11.2020 von <https://www.bevh.org/presse/studien-und-marktzahlen.html>.
- BIEK (2020): *KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland*. Eine Untersuchung im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK). Abgerufen am 04.11.2020 von <https://biek.de/publikationen/studien.html>.
- Brabänder, C. (2020): *Stochastisches Bestandsmanagement. Grundmodelle für Betriebswirte*, 2. Auflage, Wiesbaden.
- Cachon, G. P./Terwiesch, C. (2013): *Matching supply with demand: An introduction to operations management*, Third Edition, Boston.

- Diruf, G. (2001): Senkung der Absatzrisiken für Modeprodukte durch selektives Produktionspostponement – Entwicklung eines Optimierungsmodells zur Unterstützung von Postponemententscheidungen, *Bamberger betriebswirtschaftliche Beiträge*, Nr. 128/2001, Universität Bamberg, Bamberg.
- eBusiness Lotse (2013): Erfolgsfaktoren im E-Commerce. Die Anforderungen der Online-Shopper heute und morgen. Abgerufen am 05.11.2020 von https://www.ebusinesslotse-ostbrandenburg.de/elo-wAssets/docs/Online-Marketing/Leitfaden_Erfolgsfaktoren-im-E-Commerce.pdf.
- Gotoh, J.-Y./Takano, Y. (2007): Newsvendor solutions via conditional value-at-risk minimization, in: *European Journal of Operational Research*, 179 (1), S. 80–96.
- Heinemann, G. (2020): *Der neue Online-Handel. Geschäftsmodelle, Geschäftssysteme und Benchmarks im E-Commerce*, 11. Auflage, Wiesbaden.
- Köber, B. (2020a): Das Prinzip Amazon, in: Stummeyer, Ch./Köber, B. (Hrsg.): *Amazon für Entscheider - Strategieentwicklung, Implementierung und Fallstudien für Hersteller und Händler*, Wiesbaden, S. 32–49.
- Köber, B. (2020b): Fulfillment by Amazon, in: Stummeyer, Ch./Köber, B. (Hrsg.): *Amazon für Entscheider - Strategieentwicklung, Implementierung und Fallstudien für Hersteller und Händler*, Wiesbaden, S. 364–374.
- Krisch, J. (2018): Zalando erreicht erstmals Marktumsätze von 10%. Abgerufen am 20.02.2021 von <https://excitingcommerce.de/2018/08/07/zalando-erreicht-erstmalig-marktumsaetze-von-10/>.
- Krisch, J. (2019): Amazon: Marktumsatz macht 58% des Handelsumsatzes (GMV). Abgerufen am 03.03.2021 von <https://excitingcommerce.de/2019/04/11/amazon-marktumsatz-macht-58-des-handelsumsatzes-gmv/>.
- Lang, T. (2021): Amazon verdoppelt 2020 globales Handelswachstum und dürfte in Deutschland ein GMV von fast EUR 37 Mrd. erreicht haben. Abgerufen am 03.03.2021 von <https://blog.carpathia.ch/2021/02/13/amazon-global-deutschland-gmv-2020/>.
- Marketplacepulse (2021): Amazon GMV in 2020. Abgerufen am 04.03.2021 von <https://www.marketplacepulse.com/articles/amazon-gmv-in-2020>.
- Migalk, F./Hammerschmidt, M. (2004): Erfolgsstrategien mittelständischer Zulieferer auf elektronischen Handelsplattformen, in: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 41. Vol., No. 12, S. 32–44.
- Oberländer, M. (2008): *Optimale Beschaffungs- und Postponementstrategien in Mode-Supply-Chains – Entscheidungswirkungen alternativer Risikopräferenzen bei hohem Absatzrisiko*, Hamburg.
- Reese, J. (2006): *Management von Wertschöpfungsketten*, München.

- Spiegel (2020): EU-Kommission wirft Amazon Verstöße gegen Kartellregeln vor. Abgerufen am 10.11.2020 von <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/amazon-eu-kommission-wirft-onlinehaendler-verstoesse-gegen-das-kartellregeln-vor-a-83b40102-e682-46d9-998b-e2ae624676a3>.
- Stummeyer, Ch. (2020): Amazons Masterplan, in: Stummeyer, Ch./Köber, B. (Hrsg.): Amazon für Entscheider - Strategieentwicklung, Implementierung und Fallstudien für Hersteller und Händler, Wiesbaden, S. 3–31.
- Sucky, E./Felch, V. (2021): Von Supply Chains zu Business Ecosystems: neue Herausforderungen für die Logistik, in: Fritzsche, R./Winter, S./Lohmer, J. (Hrsg.): Logistik in Wissenschaft und Praxis. Von der Datenanalyse zur Gestaltung komplexer Logistikprozesse, Wiesbaden.
- Tempelmeier, H. (2010): Bestandsmanagement in Supply Chains, 3. Auflage, Nordstedt.
- Zalando (2019a): Gemeinsam wachsen: Zalandos Partnerprogramm. Abgerufen am 04.11.2020 von <https://corporate.zalando.com/de/newsroom/de/storyst/gemeinsam-wachsen-zalandos-partnerprogramm>.
- Zalando (2019b): Zalando Fulfillment Solutions erreicht wichtigen Meilenstein. Abgerufen am 04.11.2020 von <https://corporate.zalando.com/de/newsroom/de/storyst/zalando-fulfillment-solutions-erreicht-wichtigen-meilenstein>.
- Zalando (2019c): Multi-Channel Pilot in Paris: Zalando liefert Same-Day Bestellungen für adidas.fr aus. Abgerufen am 03.03.2021 von <https://corporate.zalando.com/de/newsroom/de/pressemitteilungen/multi-channel-pilot-paris-zalando-liefert-same-day-bestellungen-fuer>.
- Zalando (2020): Zalando hilft stationärem Handel mit Connected Retail. Abgerufen am 04.11.2020 von <https://corporate.zalando.com/de/newsroom/de/news-storyst/zalando-hilft-stationaerem-handel-mit-connected-retail>.
- Zha, W. (2019): Zalando erhöht Provisionen für Markenpartner. Abgerufen am 03.03.2021 von <https://fashionunited.de/nachrichten/business/zalando-erhoeht-provisionen-fuer-drittanbieter/2019111333654>.
- Zinn, W./Levy, M./Bowersox, D. J. (1989): Measuring the effect of inventory centralization/decentralization on aggregate safety stock: The square root law revisited, in: Journal of Business Logistics 10 (1), S. 1–14.

Nachhaltigkeit durch Closed-Loop Supply Chains – Fallstudienbetrachtung fränkischer Brauereien

Immanuel Zitzmann, Luisa Mark

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg, immanuel.zitzmann@gmx.de; luisa.mark@live.de

1	Einführung	172
2	Nachhaltigkeit und Closed-Loop Supply Chains	173
3	Fallstudienbetrachtung fränkischer Brauereien	181
4	Erkenntnisse bezüglich der Nachhaltigkeit von Closed-Loop Supply Chains	186
5	Handlungsempfehlungen für Theorie und Praxis	190
6	Anhang	192
7	Literaturverzeichnis	193

Abstract:

Ressourcenknappheit, Stakeholderforderungen und steigendes Nachhaltigkeitsbewusstsein von Konsumenten drängen Unternehmen dazu, ihre Supply-Chain nachhaltig auszurichten, sodass neben ökonomischen Zielen auch ökologische und soziale Aspekte Berücksichtigung finden. Die Closed-Loop Supply Chain spielt als Lösungsansatz in der Diskussion nachhaltiger Wertschöpfungssysteme eine wesentliche Rolle, jedoch ist ihre nachhaltige Wirkung kaum erforscht. Mithilfe einer auf Experteninterviews aufbauenden Fallstudienbetrachtung arbeitet dieser Beitrag tatsächliche Auswirkungen der Closed-Loop Supply Chain auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen heraus.

JEL Classification: M10 (Production Management), M14 (Social Responsibility), Q56 (Sustainability)

Keywords: Closed-Loop Supply Chain, Nachhaltigkeit, Fallstudie, Brauerei.

1 Einführung

Wirtschaftliches Handeln orientiert sich häufig an der Zielsetzung den maximal möglichen Ertrag zu erwirtschaften. In den vergangenen Jahren hat jedoch die Debatte um die gesellschaftliche und auch ökologische Verantwortung von Unternehmen zu teilweisen Veränderungen dieser Ausrichtung gesorgt. In vielen Unternehmen gibt es daher inzwischen Corporate Social Responsibility-Strategien. Zudem werden Unternehmen auch für das Handeln ihrer Zulieferer in Verantwortung genommen. Beispiele hierfür sind die Kritik an Kinderarbeit in der Textilbranche und öffentliche Anschuldigungen gegen einen Nahrungsmittelkonzern, dem unter anderem eine umweltbeeinträchtigende Rodung des Regenwaldes und Nutzung von Grundwasser in wasserarmen Regionen unterstellt wird.³ Für Unternehmen ist es daher wichtig, neben eigenen Prozessen und Produkten auch Einfluss auf die Supply Chain zu nehmen und diese an den gestiegenen und zum Teil heterogenen Forderungen der Stakeholder auszurichten.⁴ Vor diesem Hintergrund kommt der Entwicklung einer nachhaltigen Supply Chain, die ökologische, ökonomische und soziale Gesichtspunkte berücksichtigt, eine immer größere Bedeutung zu. Die Integration der Nachhaltigkeit in die Unternehmensstrategie bewährt sich hier zunehmend als Lösung, um den genannten Anforderungen gerecht zu werden und wettbewerbsfähig zu bleiben.⁵ Jedoch birgt eine nachhaltige Ausrichtung auch neue Herausforderungen, da häufig Zielkonflikte zwischen sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten entstehen.⁶

Ein Ansatz zur Stärkung der Nachhaltigkeit in Unternehmen ist die sogenannte Closed-Loop Supply Chain (CLSC).⁷ Ob diese jedoch die Nachhaltigkeit von Unternehmen wirklich verbessert, ist noch nicht abschließend geklärt. Sowohl Rajeev et al. wie auch Govindan et al. stellen hier weiteren Forschungsbedarf fest.⁸ Denn obwohl in der Literatur von positiven Wirkungen der CLSC auf die Nachhaltigkeit die Rede ist, werden meist nur die ökonomischen und ökologischen Aspekte analysiert und Ausführungen zur sozialen Dimension vernachlässigt. Deshalb fordern Barbosa-

³ Vgl. für Beispiele zur Kinderarbeit: Spiegel Online (2017); Süddeutsche Zeitung (2017); sowie für Beispiele zum Nahrungsmittelkonzern: Handelsblatt (2013); Süddeutsche Zeitung (2018).

⁴ Vgl. Ansari/Kant (2017), S. 2524.

⁵ Vgl. Eccles et al. (2012), S. 43–44.

⁶ Vgl. Barbosa-Póvoa et al. (2018), S. 415.

⁷ Vgl. Govindan et al. (2016), S. 1463f.; Kleindorfer et al. (2005), S. 489; auch Quariguasi Frota Neto et al. schreiben bspw. „[...] closed-loop supply chains are assumed to be sustainable supply chains almost by definition.“ [Quariguasi Frota Neto et al. (2010), S. 4463].

⁸ Vgl. Rajeev et al. (2017), S. 312; Govindan et al. (2015), S. 615.

Póvoa et al. eine ausführliche Gesamtanalyse der CLSC-Auswirkung auf die drei Nachhaltigkeitssäulen.⁹ Nakamba et al. erachten weitere Forschung zu diesem Thema vor allem im Bereich kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) als sinnvoll.¹⁰ Diesen Forderungen kommt der vorliegende Beitrag durch die Untersuchung der CLSC-Auswirkungen auf die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit in kleinen und mittleren fränkischen Brauereien nach. Dadurch wird ein Teil der von den Autoren identifizierten Forschungslücke geschlossen. Konkret sollen die folgenden drei Forschungsfragen untersucht werden:

- Trägt das Konzept der CLSC zur Nachhaltigkeit von KMU bei?
- Welche Ausprägungsformen von CLSCs treten in der untersuchten Branche auf?
- Welche Auswirkungen hat die Umsetzung von CLSCs auf die Nachhaltigkeit der Unternehmen in der untersuchten Branche?

Der folgende Abschnitt 2 erläutert die für die weiteren Ausführungen notwendigen Grundlagen zu den Dimensionen der Nachhaltigkeit und der CLSC. Anschließend erfolgt die methodische und inhaltliche Erläuterung der durchgeführten Fallstudienbetrachtung in Abschnitt 3. Abschnitt 4 zieht Schlussfolgerungen aus der Untersuchung bezüglich der Nachhaltigkeit von CLSCs bevor in Abschnitt 5 Handlungsempfehlungen aus der vorgenommenen Untersuchung abgeleitet werden.

2 Nachhaltigkeit und Closed-Loop Supply Chains

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, ob der Closed-Loop-Ansatz zur Nachhaltigkeit in Unternehmen beiträgt. Abschnitt 2.1 klärt daher zunächst das Grundverständnis von Nachhaltigkeit und erläutert deren Dimensionen. Daraufhin wird in Abschnitt 2.2 das Konzept der CLSC vorgestellt und unterschiedliche Formen der Ausprägung erläutert. Abschnitt 2.3 zeigt dann den Zusammenhang zwischen den Dimensionen der Nachhaltigkeit und der CLSC anhand des aktuellen Forschungsstandes auf.

2.1 Drei Dimensionen der Nachhaltigkeit

Nachhaltiges Handeln „[...] meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs [...]“¹¹. Diese Formulierung des Brundtland-Reports bildet die Grundlage jeder Nachhaltigkeitsdiskussion. Gemäß

⁹ Vgl. Barbosa-Póvoa et al. (2018), S. 430–431.

¹⁰ Vgl. Nakamba et al. (2017), S. 533.

¹¹ World Commission on Environment and Development (1987), S. 8.

dem Triple-Bottom-Line-Konzept lässt sie sich verwirklichen, wenn neben den ökonomischen Bedürfnissen und Ressourcen auch ökologische und soziale Aspekte berücksichtigt werden.¹² Nachhaltigkeit liegt dann vor, wenn diese drei Dimensionen gleichermaßen Beachtung finden. Aus Unternehmensperspektive bedeutet dies auf der ökonomischen Ebene ausreichend liquide Mittel zur Existenzsicherung zu besitzen sowie dauerhaft eine angemessene Rendite zu erwirtschaften.¹³ Aus ökologischer Sicht bedeutet Nachhaltigkeit die Vermeidung jeglicher Beeinträchtigung des Ökosystems. Zum einen dürfen lediglich natürliche Ressourcen, die reproduzierbar sind, verbraucht werden und selbst diese nur in begrenztem Maße. Zum anderen gilt es Schadstoff-Emissionen so zu reduzieren, dass sie für die Umwelt absorbier- und assimilierbar sind. Bei der sozialen Dimension findet eine Unterscheidung zwischen dem gesellschaftlichen Unternehmensumfeld und dem Handeln in Bezug auf Mitarbeiter und Geschäftspartner statt. Demnach stellt ein sozial nachhaltiges Unternehmen sowohl einen Mehrwert für die Gesellschaft als auch ein soziales Gleichgewicht in der Supply Chain sicher. Unternehmen, die mithilfe des CLSC-Ansatzes nachhaltig handeln wollen, müssen alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) integrieren.

2.2 Closed-Loop Supply Chains und mögliche Kreislaufformen

Bevor unterschiedliche Formen von CLSCs erörtert werden können, ist zunächst zu klären, was unter einem solchen System zu verstehen ist. Die entsprechende Erläuterung erfolgt in Abschnitt 2.2.1. Anschließend differenziert Abschnitt 2.2.2 verschiedene Ausprägungen von CLSCs.

2.2.1 Verständnis über Closed-Loop Supply Chains

Der Begriff der CLSC erweitert den Supply Chain-Begriff um das Prinzip des „Closed Loop“. Unter einer Supply Chain wird in diesem Beitrag „ein produkt- und/oder dienstleistungsbezogenes, institutionsübergreifendes Netzwerk zur Leistungserstellung, bestehend aus Ressourcen, welche durch wechselseitige Prozesse in Verbindung miteinander stehen“¹⁴ verstanden. Es lässt sich dabei in die Forward-

¹² Vgl. für dieses Verständnis Elkington (1998), S. 69–96. Angesichts planetarer Grenzen wird der prominente Status der Ökonomie in diesem Konzept sowie deren Streben nach Wachstum auch kritisch gesehen [vgl. Rockström (2009); Schneidewind (2018), S. 54–64]. Demnach sollte die Ökonomie vielmehr Mittel zum Zweck sein, um ökologische Grenzen zu achten und soziale Entwicklung zu ermöglichen [vgl. Raworth (2012); Loske (2015), S. 101–123].

¹³ Vgl. Dyllick/Hockerts (2002), S. 132–134; Schulz/Flanigan (2016), S. 451–452.

¹⁴ Zitzmann (2018), S. 16. Vgl. zur Differenzierung zwischen Unternehmens- und Institutionsnetzwerken Zitzmann (2018), S. 16–18.

(FSC) und die Reverse-Supply Chain (RSC) unterscheiden. Erstere betrachtet Prozesse beginnend vom Rohstoffproduzenten in Richtung Endverbraucher.¹⁵ Die RSC beschreibt die entgegengesetzte Richtung. Vom Konsumenten der Supply Chain-Leistung zum Urlieferanten am Beginn der Supply Chain.¹⁶ Die Ressourcenflüsse unterscheiden sich jedoch nicht nur in der Richtung, sondern teilweise auch im Inhalt.¹⁷ Während ein vollständiges Produkt in der FSC entsteht, kann die RSC lediglich für die Verarbeitung der Produktverpackung zuständig sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit deutlich umfangreicherer Aufgaben.¹⁸ Bei der CLSC wird das Leistungsnetzwerk bzw. -system nun durch einen oder mehrere zusätzliche „Bögen“ erweitert, um geschlossene Prozesskreisläufe zu erzeugen. Der häufig zu findende Fokus auf der FSC verschiebt sich damit von einer linearen auf eine zirkuläre Ausrichtung.¹⁹ Beispiele hierfür sind die Beachtung von Nebenprodukten, die während der Herstellung entstehen, Produktlebensdauererlängerungen oder Wiederherstellungs- bzw. Recycling-Prozesse. Diese für die Nachhaltigkeit von Unternehmen relevanten Prozesse sind Aufgaben der RSC.²⁰ Die Prozesse und Aufgaben der RSC haben in einer CLSC somit einen wesentlich höheren Stellenwert als im klassischen Supply Chain Management.²¹ Die Aufgaben in der RSC umfassen insbesondere die Wiederverwertung, Aufbereitung und das Recycling von Produkten und Ressourcen.²² Vor diesem Hintergrund versteht der vorliegende Beitrag unter einer CLSC die integrierte Erweiterung einer Supply Chain durch interne und externe Rückflüsse um Produkt- und Ressourcenkreisläufe über den gesamten Lebenszyklus der Leistungserbringung hinweg zu schließen.

2.2.2 Kreislaufformen von Closed-Loop Supply Chains

In der CLSC gibt es verschiedene Formen geschlossener Kreisläufe, die sich durch

¹⁵ Vgl. Linton et al. (2007), S. 1078.

¹⁶ Vgl. Kolmykova (2016), S. 25.

¹⁷ Vgl. Chan (2007), S. 351.

¹⁸ Vgl. Rogers/Tibben-Lembke (1999), S. 2; Dowlatshahi (2000), S. 143; Stock (1998), S. 20. Vgl. für einen Literaturüberblick zu Reverse-Logistics Agrawal et al. (2015).

¹⁹ Vgl. Linton et al. (2007), S. 3.

²⁰ Vgl. Jayaraman/Luo (2007), S. 56–57.

²¹ Vgl. Guide (2006), S. 349.

²² Vgl. Dowlatshahi (2000), S. 143.

die Wiederbenutzung von Materialien, Produktkomponenten oder ganzer Güter bilden.²³ Dabei können die Rückflüsse aus verschiedenen Phasen eines Produktlebenszyklus kommen. Bei der in Abbildung 1 veranschaulichten Differenzierung von Rückflussarten erfolgt eine Abgrenzung zunächst aufgrund der Tatsache, ob ein Gut das betrachtete (fokale) Unternehmen verlassen hat oder nicht.²⁴ Demnach gibt es unternehmensinterne oder -externe Rückflüsse. Primäre Quelle für interne Rückflüsse sind Ressourcen, die während des Herstellungsprozesses übrigbleiben.²⁵ Daher werden diese auch als Herstellungsrückflüsse bezeichnet. Darunter fallen überschüssige Rohstoffe, Zwischen- oder Endprodukte, denen es im Rahmen der RSC einer Nachbearbeitung bedarf, da sie sonst nicht den Qualitätskontrollen standhalten, sowie Nebenprodukte, für die es keine Verwendung gibt. Zudem sind Inventar wie Maschinen und für die Herstellung benötigtes Wasser sowie Energie ausschließlich unternehmensintern in Gebrauch. Durch gezielte Wiederaufbereitung unternehmensinterner Ressourcen, mit der Absicht diese wiederzuverwerten und erneut in den Herstellungsprozess einzugliedern, entstehen interne Closed-Loops.²⁶

De Brito/Dekker unterteilen unternehmensexterne Rückflüsse in Transport- und Kundenrückflüsse.²⁷ Erstere beinhalten alle Komponenten, die zwar das fokale Unternehmen verlassen haben, aber noch nicht in Besitz des Endkunden gewesen sind. Ein Beispiel hierfür sind Produktrückgaben von Händlern. Des Weiteren gehören auch Transporthilfsmittel zu dieser Kategorie. Diese äußern sich in Form von Paletten, Kisten, anderen Behältern und Verpackungen, die zu einem sicheren und schadensfreien Transport beitragen. Die zweite Art externer Rückflüsse sind Objekte, die sich bereits im Eigentum des Endkunden befanden. Gründe für den Rückfluss sind hier bspw. Beschädigungen, Garantien oder das Ende der Nutzungsdauer eines Gutes.²⁸

Je nachdem welche Qualität und Funktionstüchtigkeit die rückgeführten Güter aufweisen und zu welchem Zweck die Wiederherstellung stattfindet, sind diverse Prozesse für die Weiterverwendung notwendig. Thierry et al. haben diesbezüglich eine

²³ Vgl. Krikke et al. (2004), S. 24.

²⁴ Vgl. Wells/Seitz (2005), S. 250; French (2008), S. 1680–1681.

²⁵ Vgl. de Brito/Dekker (2004), S. 25–26; Wells/Seitz (2005), S. 250; French (2008), S. 1680–1681.

²⁶ Vgl. Wells/Seitz (2005), S. 250.

²⁷ Vgl. de Brito/Dekker (2004), S. 13–14.

²⁸ Vgl. Stindt/Sahamie (2014), S. 272. Kundenrückflüsse i. S. v. Retouren sind davon im Folgenden ausgeschlossen. Ursache dafür ist, dass die Rückflüsse in der CLSC geplant und beabsichtigt sind, was bei Retouren nicht der Fall ist [vgl. Amini/Retzlaff-Roberts (1999), S. 32].

weit verbreitete Kategorisierung von Wiederherstellungsmethoden publiziert.²⁹ Dazu zählen die direkte Wiederverwendung sowie die Produktwiederherstellungsformen: Reparatur, Aufarbeitung, Wiederaufbereitung, Ausschlachtung und Recycling.³⁰ Jede Wiederherstellungsoption beinhaltet die Sammlung gebrauchter Objekte, deren Wiederherstellung und den erneuten Einsatz. Der Hauptunterschied zwischen den Alternativen sind Zweck und Aufwand der Wiederherstellung.

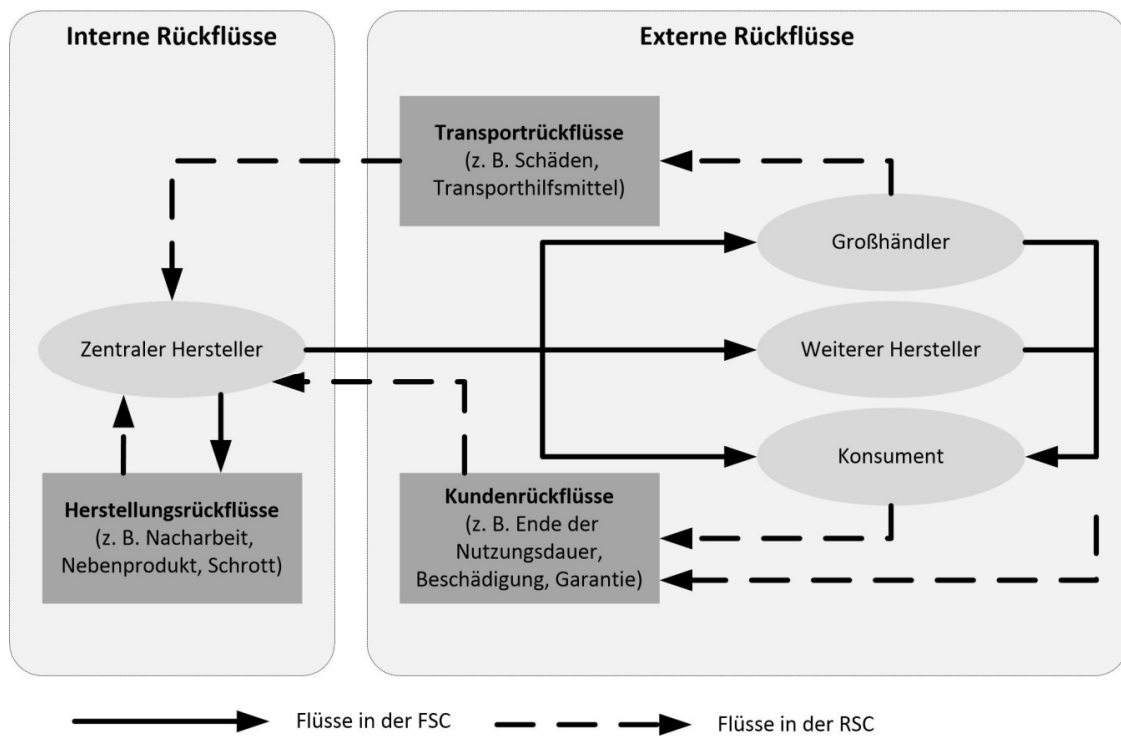


Abbildung 1: Rückflussarten und -quellen in der CLSC³¹

2.3 Nachhaltigkeitspotenzial von CLSCs

Innerhalb einer CLSC entstehen, wie in Abschnitt 2.2 erläutert, diverse unternehmensinterne und -übergreifende Kreisläufe. Diese können unterschiedliche Folgen für die Nachhaltigkeit von Unternehmen haben. Eine Analyse bestehender Literatur zur Nachhaltigkeitswirkung von CLSCs identifiziert die in Tabelle 1 aufgeführten sozialen Potenziale.

²⁹ Vgl. Thierry et al. (1995), S. 117–118. Vgl. hierzu auch Fleischmann et al. (1997), S. 3; Quariguasi Frota Neto et al. (2010), S. 4465; Schenkel et al. (2015), S. 729; Krikke et al. (2004), S. 25; de Brito/Dekker (2004), S. 7; Daniel et al. (2002), S. 50.

³⁰ Vgl. Thierry et al. (1995), S. 117.

³¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Stindt/Sahamie (2014), S. 272.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass sozial nachhaltige Unternehmen einen Mehrwert für alle direkten Anspruchsgruppen des Unternehmens sowie für die Gesellschaft allgemein schaffen sollen.³² Im Gegensatz zur traditionellen Supply Chain ergänzt die CLSC Aufgaben zur Produkt-, Teile- oder Materialwiederherstellung.³³ Hier entsteht daher ein Potenzial für zusätzliche Arbeitskräfte.³⁴ Des Weiteren ist zu beobachten, dass CLSCs eine wichtige Rolle in Nachhaltigkeitsberichten spielen können und Unternehmen motivieren entsprechende Veröffentlichungen zu tätigen. Wird dies umgesetzt, erhöht sich die Transparenz der Supply Chain, was als positiver sozialer Effekt gewertet wird.³⁵ Eine hohe Informationstransparenz des Unternehmens führt zudem zu einer erhöhten Stakeholderzufriedenheit.³⁶ Bezogen auf die soziale Nachhaltigkeit kritisch zu sehen ist die Abhängigkeit von CLSCs von Rückflüssen. Da diese erheblichen Schwankungen unterliegen können, besteht hier Arbeitsplatzunsicherheit.³⁷

Potenzielle Auswirkungen von CLSCs auf die soziale Nachhaltigkeit von Unternehmen
Unternehmensspezifische Perspektive <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung von Arbeitsplätzen, insbesondere lokal und geeignet für gering qualifizierte Mitarbeiter • Schaffung höherer Stakeholderzufriedenheit • Transparentere Berichterstattung
Nachteil durch CLSC-spezifische Unsicherheiten <ul style="list-style-type: none"> • Unsichere Arbeitsplätze, da diese von externen Rückflüssen abhängen

Tabelle 1: Soziale Nachhaltigkeit von CLSCs

Die potenziellen Auswirkungen von CLSCs auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen fasst Tabelle 2 zusammen. Grundidee einer CLSC ist die maximale

³² Vgl. Dyllick/Hockerts (2002), S. 133–134; Choi/Ng (2011), S. 270. Vgl. für einen Literaturüberblick zur sozialen Nachhaltigkeit Murphy (2012). Allgemeine Gesellschaftliche Auswirkungen lassen sich nicht einzelnen Supply Chains zuordnen. Sie dienen daher nicht als Nachhaltigkeitskriterium der in Abschnitt 3 vorgenommenen Fallstudienbetrachtung.

³³ Vgl. Abschnitt 2.2.1.

³⁴ Vgl. Sarkis et al. (2010), S. 343; de Brito (2004), S. 22–23; Lund/Hauser (2010), S. 5.

³⁵ Vgl. Sarkis et al. (2010), S. 347.

³⁶ Vgl. Markley/Davis (2007), S. 769.

³⁷ Vgl. Sarkis et al. (2010), S. 343; Houseman (2001), S. 157.

Ressourcenausschöpfung.³⁸ Diese kann zunächst durch die Reduktion des Verbrauchs erzielt werden. Beispiele hierfür finden sich besonders beim Wasser- und Energieverbrauch sowie durch den Einsatz von Altmaterialien.³⁹ Ebenfalls positiv auf die ökologische Nachhaltigkeit wirken sich das Recycling und die Wiederverwendung von Abfallstoffen durch die CLSC aus.⁴⁰

Potenzielle Auswirkungen von CLSCs auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen
<p>Ressourcenverbrauch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Rohstoffverbrauch durch Verwendung von Altmaterialien • Energieeinsparung durch effizientere Nutzung • Senkung des Wasserverbrauchs durch Wiederbenutzung
<p>Umgang mit Abfallstoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Müllvermeidung durch Recycling, Wiederaufbereitung oder direkte Wiederbenutzung der Materialien • Verringerung der Schadstoffemissionen • Verminderung sonstiger Einflüsse auf das Ökosystem

Tabelle 2: Ökologische Nachhaltigkeit von CLSCs

In der dritten Dimension der Nachhaltigkeit, der ökonomischen Ebene, profitiert ein Unternehmen, wie Tabelle 3 aufführt, direkt durch eine erhöhte Ressourceneffizienz von CLSCs. Dadurch können Rohstoffe und somit Kosten eingespart werden.⁴¹ Zudem reduzieren sich Aufwendungen für die Entsorgung.⁴² McConocha/Speth sowie Seitz weisen zudem darauf hin, dass verkürzte Beschaffungszeiten durch das Recycling die Prozesseffizienz steigern.⁴³

³⁸ Vgl. Tsoufas/Pappis (2006), S. 1598.

³⁹ Vgl. Ardente et al. (2018), S. 1556–1557; Cooper/Gutowski (2015), S. 52; Dunn et al. (2012), S. 12709; Qi et al. (2017), S. 388; Xiao et al. (2016), S. 58.

⁴⁰ Vgl. Kerr/Ryan (2001), S. 80; van Loon/van Wassenhove (2018), S. 1672; Smith/Keoleian (2004), S. 208.

⁴¹ Vgl. Brodin/Anderson (2008), S. 12; Škapa/Klapalová (2012), S. 687; Jayaraman/Luo (2007), S. 65; Ashby (2018), S. 703.

⁴² Vgl. de Brito/Dekker (2004), S. 10; Abdallah et al. (2012), S. 4271–4272.

⁴³ Vgl. McConocha/Speth (1991), S. 27; Seitz (2007), S. 1149.

Indirekte ökonomische Vorteile entstehen Unternehmen durch eine höhere Reputation, Erhöhung von Markteintrittsbarrieren sowie dem Vorgehen möglicher staatlicher Regelungen.⁴⁴ Wie auch bei der sozialen Nachhaltigkeitsdimension sind Unsicherheiten bezüglich der externen Rückflüsse, die nicht vom betrachteten Unternehmen gesteuert werden können, ein erhebliches ökonomisches Risiko.⁴⁵ Dies betrifft die effiziente Realisierung einer CLSC.⁴⁶ Des Weiteren können erhebliche Schwankungen in den Finanzflüssen aufgrund von Anreizfunktionen wie etwa einem Pfandsystem auftreten.⁴⁷

Potenzielle Auswirkungen von CLSCs auf die ökonomische Nachhaltigkeit von Unternehmen
<p>Direkte Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsparungen durch Wiederverwertung von Rohstoffen, Wasser und Energie • Verminderung von Entsorgungskosten • Erhöhung der Prozesseffizienz aufgrund von verkürzten Beschaffungszeiten
<p>Indirekte Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigende Reputation für das Unternehmen durch „Grünes Image“ • Schaffung eines strategischen Vorteils durch Markteintrittsvermeidung Dritter • Vorbeugung zukünftiger staatlicher Regelungen und Gesetze
<p>Nachteil durch CLSC-spezifische Unsicherheiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohes Risiko durch Abhängigkeit des Umsetzungserfolgens der CLSC von Reliabilität externer Rückflüsse • Schwer einzuschätzende Anreizschaffung zur Rückgabe sowie Menge, Qualität und Zeitpunkt der Rückflüsse

Tabelle 3: Ökonomische Nachhaltigkeit von CLSCs

Die hier zusammengefassten bisherigen Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen zeigen, dass sich die CLSC auf alle Nachhaltigkeitskomponenten positiv auswirken kann. Dies ist jedoch nicht zwangsweise der Fall, da vor allem die sozialen Nachhaltigkeitsaspekte kontrovers zu diskutieren sind und sich auch die ökonomische Nachhaltigkeit nur unter Begrenzung von Unsicherheiten verbessert.

⁴⁴ Vgl. zur Reputation Fleischmann et al. (1997), S. 2; Braun (2016), S. 40; Jayaraman/Luo (2007), S. 67 und Sommer (2007), S. 101. Vgl. zu Markteintrittsbarrieren Jayaraman/Luo (2007), S. 61. Zur Vorbeugung gesetzlicher Regelungen vgl. Jayaraman/Luo (2007), S. 65; de Brito/Dekker (2004), S. 10.

⁴⁵ Vgl. Coenen et al. (2018), S. 6–7.

⁴⁶ Vgl. Soleimani/Govindan (2014), S. 488; Sheriff et al. (2012), S. 179.

⁴⁷ Vgl. Sheriff et al. (2012), S. 181.

Da Beiträge zur CLSC die Nachhaltigkeit kaum in ihrer Gesamtheit hinreichend betrachten, sondern oft nur ein oder zwei Säulen einzeln erforscht werden, sind die Informationen zum Treffen einer allgemeinen Gesamtaussage bisher unzureichend.⁴⁸

3 Fallstudienbetrachtung fränkischer Brauereien

Die Ausführungen in Abschnitt 2.3 zeigen das erhebliche Potenzial, welches dem CLSC-Konzept bezogen auf die Nachhaltigkeitswirkung zugeschrieben wird. Dieses Potenzial soll im Weiteren exemplarisch an einer Branche untersucht werden. Da CLSCs gut organisierte Rückflüsse voraussetzen, wird für die durchgeführte Fallstudienuntersuchung ein Segment der deutschen Getränkebranche gewählt. Mit dem Pfandsystem existiert in Deutschland in der Getränkebranche ein verlässliches Anreizsystem für Rückflüsse, welches eine effiziente CLSC ermöglicht.⁴⁹ Die Untersuchung fokussiert sich weiter auf Brauereien in Franken. Hintergrund dieser Auswahl ist die große Anzahl an Brauereien in dieser Region, was eine Vergleichbarkeit erhöht.⁵⁰ Zudem handelt es sich um kleine und mittlere Unternehmen. In diesem Bereich bedarf es laut Nakamba et al. weiterer Forschung.⁵¹ Brauereien zählen zur Prozessindustrie, welche homogene Produkte erzeugt.⁵² Wiederherstellungsmethoden der CLSC sind jedoch nur auf diskrete Produkte anwendbar. Daher sind Reparatur, Wiederaufbereitung, Aufarbeitung und Ausschachtung keine Optionen bezogen auf die externen Kundenrückflüsse. Zudem ist zu beachten, dass sich das Objekt im Kundenrückfluss verglichen zur FSC geändert hat.⁵³ In der RSC befinden sich i. d. R. leere Verpackungen in Form von Dosen, Flaschen und Fässern.

Das methodische Vorgehen der Fallstudienuntersuchung wird in Abschnitt 3.1 vorgestellt. Anschließend stellt Abschnitt 3.2 die Ergebnisse der Erhebung dar. Eine Diskussion bezogen auf die Nachhaltigkeitspotenziale folgt in Abschnitt 4.

3.1 Methodisches Vorgehen

Tabelle 4 gibt einen anonymisierten Überblick über die im Rahmen der Fallstudie untersuchten Unternehmen und die Funktion der Interviewpartner in diesen.

⁴⁸ Vgl. Touboulic/Walker (2015), S. 40; Schenkel et al. (2015), S. 736; Mota et al. (2018), S. 34.

⁴⁹ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014), S. 1.

⁵⁰ Vgl. Milbradt (2019).

⁵¹ Vgl. Nakamba et al. (2017), S. 533.

⁵² Vgl. Stindt/Sahamie (2014), S. 272–273.

⁵³ Vgl. Fan et al. (2019), S. 1050.

Fallstudien zählen zur qualitativen Forschung.⁵⁴ Sie ermöglichen durch Analysen komplexer Gegebenheiten eine ausführliche Einsicht in eine Thematik.⁵⁵ In der Betriebswirtschaftslehre ist diese Methode insbesondere auf Unternehmensprozesse und -abläufe übertragbar, wodurch sie sich für den betrachteten Untersuchungsgegenstand der CLSC eignet.⁵⁶ Die vorliegende Untersuchung verwendet eine, auf strukturierte Experteninterviews basierende, multiple Fallstudie und orientiert sich mit sieben holistischen Fallbeispielen an den Richtwerten von Eisenhardt und Akremi bezüglich der zu betrachtenden Fallanzahl.⁵⁷ Als Experten und Expertinnen für die Untersuchung wurden Mitarbeitende in Brauereien identifiziert, die über Wissen bezüglich der Struktur und Prozesse des jeweiligen Unternehmens verfügen.⁵⁸ Unter Berücksichtigung dieser Hintergründe sind insgesamt 16 Brauereien in drei Wellen zu den Interviews eingeladen worden, wovon sich sieben zur Teilnahme bereit erklärten. Die persönlichen Interviews wurden 2019 durchgeführt und haben eine Länge von 21 bis 49 Minuten.⁵⁹

Unternehmen	Funktion im Unternehmen	Branche	Vertriebsreichweite
A	Brauleitung	Fränkische Brauerei	Regional, national und international
B	Geschäftsführung	Fränkische Brauerei	Regional
C	Geschäftsführung	Fränkische Brauerei	Regional
D	Geschäftsführung	Fränkische Brauerei	Regional, national und international
E	Geschäftsführung	Fränkische Brauerei	Regional und international
F	Geschäftsführung	Fränkische Brauerei	Regional und international
G	Brauleitung	Fränkische Brauerei	Regional und national

Tabelle 4: Charakteristika der Studienteilnehmenden

⁵⁴ Vgl. Patton (2015), S. 259–260.

⁵⁵ Vgl. Marshall/Rossmann (1995), S. 41; Eisenhardt (1989), S. 534.

⁵⁶ Vgl. Yin/Campbell (2018), S. 5.

⁵⁷ Vgl. Eisenhardt (1989), S. 545; Akremi (2014), S. 279.

⁵⁸ Es handelt sich um Geschäftsführer und Geschäftsführerinnen sowie prozessverantwortliche Mitarbeitende.

⁵⁹ Der verwendete Interviewleitfaden befindet sich im Anhang.

3.2 Ergebnisdarstellung der Fallstudienbetrachtung

Die folgende Ergebnisdarstellung beschreibt die im Rahmen der Interviews identifizierten CLSCs der Brauereibranche aus Sicht von Brauereien.⁶⁰ Innerhalb einer Brauerei findet dabei die Herstellung des Bieres statt. Im Folgenden wird dabei zwischen der eigentlichen Bierproduktion, dem Brauen und dem Abfüllen des fertigen Biers unterschieden. Anschließend findet der Transport, unter Umständen über mehrere Supply Chain-Stufen, zum Kunden statt. Die im Rahmen dieses Ablaufs entstehenden Rückflüsse werden im Weiteren gemäß der in Abschnitt 2.2.2 vorgestellten Systematik nach Herstellungs-, Kunden- und Transportrückflüssen kategorisiert.

Closed-Loops im Herstellungsprozess	A	B	C	D	E	F	G
Wiederverwendung von Hefe	X	X	X	X	X	X	X
Wiederaufbereitung defekter Maschinen/Tanks	X	X	X	X	X	X	X
Wiederbenutzung von Tankspülwasser	X	-	X	X	X	X	X
Lauge im Spülprozess	X	X	-	X	X	X	X

Tabelle 5: Identifizierte Closed-Loops im Herstellungsprozess

Von den Gesprächspartnern werden mehrere Stoffströme genannt, die Kreisläufe innerhalb der Brauereien, bei der **Herstellung**, schließen. Hier sind keine externen Akteure involviert. In mindestens sechs der sieben Brauereien können die in Tabelle 5 aufgeführten internen Closed-Loops identifiziert werden. Aufgrund der häufigen Nennung lassen sich diese Kreisläufe als Standard in der Brauereibranche betrachten. Zwei Brauereien nennen zudem einen Kreislauf bei der Verwertung von Biertrebern bzw. bei der Nutzung von Spülwasser bei der Abfüllung. Da es sich hier um Einzelnennungen handelt, können diese Closed-Loops nicht als Standard gesehen werden.

Neben den Rohstoffen Malz, Wasser und Hopfen wird Hefe für die Bierherstellung benötigt. Dieser Rohstoff lässt sich mehrmals wiederverwenden, bevor die Nutzungsdauer endet und lokale Landwirte die Altheife abholen, um sie als Tierfutter zu nutzen. Während Brauerei C die Hefe drei Mal wiederverwertet, nutzt Brauerei E die Hefe für zehn Sude. Die Nutzungshäufigkeit hängt dabei von der Hefeart ab. Während die untergärige Hefe in Brauerei F fünf bis sieben Mal herangezogen wird, sind es bei der Obergärigen zehn bis fünfzehn Nutzungen. Durch das Abfangen der Hefe entsteht ein interner Rückfluss, der die Hefe im Zuge der Wiederverwendung erneut in die

⁶⁰ Alle den Brauereiprozess sowie die weiteren Schritte der Verarbeitung und der Rückflüsse betreffenden Informationen in den folgenden Ausführungen entstammen den durchgeführten Interviews. Auf die explizite Zuschreibung der Informationen zu einzelnen Gesprächspartnern wird aufgrund der Anonymisierung verzichtet.

FSC eingliedert. Der entstandene Kreislauf bildet die erste Closed-Loop im Herstellungsprozess.

Neben den Rohstoffen werden für die Bierproduktion Ressourcen in Form von Anlagen und Produktionshilfsmitteln genutzt. Hier lassen sich weitere Kreisläufe im Sinne einer CLSC feststellen. So hat die Wiederaufbereitungsoption Reparatur, bei defekten Maschinen und Tanks, die höchste Priorität bei allen Interviewten. Dabei zielt die Reparatur darauf ab, die Ressourcen so exzessiv wie möglich zu nutzen. Wenn Maschinen oder Tanks beschädigt sind, kommen sie zur Reparatur, was eine Aufgabe der RSC ist.⁶¹ Sobald das Gerät wieder intakt ist, erfolgt der erneute Einsatz in der FSC.

Eine dritte CLSC bei der Bierproduktion ergibt sich aus der Wiederverwendung des Reinigungswassers für die beim Brauen eingesetzten Tanks. Die Reinigungslösung befindet sich in einem Kreislaufsystem, um mehrfach Tanks säubern zu können, anstatt nach einmaligem Gebrauch in den Abfluss zu fließen.

Das von den Brauereien hergestellte Bier wird entweder in Mehrwegflaschen oder -fässern abgefüllt und vertrieben. Drei der sieben Brauereien füllen zudem in Fünf-Liter-Einwegdosen ab. Da hier keine Kreisläufe bestehen, werden die Einwegdosen nicht weiter betrachtet. Vor der Abfüllung in die Mehrwegbehälter müssen diese gereinigt werden. Dies erfolgt nach der Restentleerung mittels eines Laugentauchbades sowie dem mehrfachen Ausspritzen der Gefäße. Die eingesetzte Lauge wird dabei wiederholt genutzt. Nach ihrer Verwendung wird diese in einen Absetztank gepumpt. Hier regeneriert sie sich und kann am nächsten Tage erneut verwendet werden. Dies ist die vierte interne CLSC der untersuchten Brauereien.

Bei den externen Kreisläufen spielen in der Brauereibranche die Mehrwegsysteme von Flaschen und Fässern eine große Rolle. Da sich diese zwischenzeitlich im Besitz der Kunden befinden, handelt es sich hierbei um CLSCs aus **Kundenrückflüssen**. Eingesetzte Mehrwegfässer werden etliche Male neu befüllt und bei allen Befragten ausschließlich in der Gastronomie oder von Privatpersonen genutzt. Wie Abbildung 2 zeigt, findet kein Vertrieb über Händler statt. Die Fässer werden entweder in die jeweilige Gaststätte geliefert oder direkt in der Brauerei abgeholt. Die Rückgabe erfolgt ebenfalls direkt. Fünf Brauereien nutzen bei den Fässern Fassverschlüsse, deren Verwendung mehrfach möglich ist. Dadurch entsteht neben dem Kreislauf der Fässer eine weitere CLSC für Fassverschlüsse.

⁶¹ Vgl. Abschnitt 2.2.1.

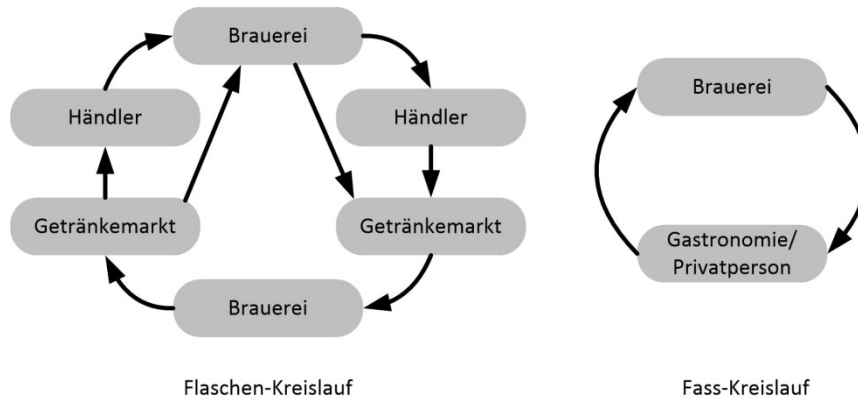


Abbildung 2: Kreisläufe der Mehrweggefäße⁶²

Im Falle der Mehrwegflaschen werden diese über Händler bzw. Getränkemärkte vertrieben. Auch dies ist in Abbildung 2 dargestellt. Von dort aus kommt das Leergut über Händler, brauereieigene Fahrzeuge oder beauftragte Spediteure zur Brauerei zurück. Die Wiederbenutzung von Flaschen und Fässern aus den Kundenrückflüssen bilden die jeweils umfangreichsten Kreislaufformen.

Beim Transport von der Brauerei zum Verkaufsort ist es von Bedeutung, das Produkt vor Brüchen und Schäden zu schützen. Um eine gesicherte Lieferung der Waren zu gewährleisten, kommen Transporthilfsmittel zum Einsatz. Für die Beförderung der Flaschen setzen die an der Fallstudie beteiligten Brauereien allesamt wiederverwendbare Getränkekästen ein. Diese verfolgen denselben zyklusartigen Ablauf wie die Flaschen selbst und gehören ebenfalls zu den Kundenrückflüssen. Tabelle 6 fasst die vier identifizierten Kreisläufe aus Kundenrückflüssen zusammen und zeigt, dass diese, mit Ausnahme der Fassverschlüsse, in allen untersuchten Brauereien vorhanden sind.

Closed-Loops aus Kundenrückflüssen	A	B	C	D	E	F	G
Mehrwegflaschen	X	X	X	X	X	X	X
Mehrwegfässer	X	X	X	X	X	X	X
Fassverschlüsse	-	X	X	X	X	X	-
Mehrwegkästen	X	X	X	X	X	X	X

Tabelle 6: Identifizierte Closed-Loops aus Kundenrückflüssen

Für den **Transport** der Getränkekisten werden Transporthilfsmittel benötigt. Alle Interviewten geben an, dass sie hierfür Mehrwegpaletten nutzen. Die Paletten begleiten

⁶² Quelle: Eigene Darstellung.

den Transport der Kästen von der Brauerei zum Verkaufsort und wieder zurück. Da sie zu den externen Rückflüssen gehören, sich jedoch nicht beim Endkunden befinden, zählen sie zu den Transportrückflüssen.⁶³

Im Kontext des Transports können zwei weitere CLSCs identifiziert werden, die durch Recycling entstehen. Dies betrifft sowohl die Mehrwegkästen wie auch die Mehrwegpaletten. Sind diese beschädigt, so erfolgt eine Rückgabe an den Kastenproduzenten bzw. Getränkegroßhändler. Im Fall der Kästen werden diese zerkleinert, um aus dem entstehenden Granulat neue Kästen herzustellen. Die Paletten repariert der Getränkegroßhändler. Zwar erfolgt das Recycling nicht durch die Brauerei, dennoch entstehen diese Kreisläufe aus Transportrückflüssen. Sie werden daher mit den Mehrwegpaletten in Tabelle 7 aufgeführt.

Closed-Loops aus Transportrückflüssen	A	B	C	D	E	F	G
Mehrwegpaletten	X	X	X	X	X	X	X
Recycling Mehrwegkästen	X	X	X	X	X	X	X
Recycling Mehrwegpaletten	X	X	X	X	-	-	X

Tabelle 7: Identifizierte Closed-Loops aus Transportrückflüssen

Insgesamt konnten im Rahmen der Interviews elf CLSCs identifiziert werden, die bei KMU in der Brauereibranche üblich sind. Sie entstehen durch unterschiedliche Rückflüsse. Ob diese CLSCs zur Nachhaltigkeit von Brauereien und deren Leistungsnetzwerken beitragen, analysiert Abschnitt 4.

4 Erkenntnisse bezüglich der Nachhaltigkeit von Closed-Loop Supply Chains

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, inwiefern CLSCs zur Nachhaltigkeit von Unternehmen beitragen. Die Untersuchung fokussiert sich hierbei auf fränkische Brauereien. Zur Bewertung der Nachhaltigkeitswirkung von CLSCs ist zu prüfen, ob diese zur ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimension der Nachhaltigkeit beitragen. Dafür werden die Informationen aus der Fallstudienbetrachtung (Abschnitt 3.2) mit den Ergebnissen der theoretischen Fundierung (Abschnitt 2.3) zusammengeführt. Tabelle 8 fasst die Erkenntnisse der Analyse zusammen. Dieses Ergebnis wird anschließend erläutert.

⁶³ Vgl. Abschnitt 2.2.2.

Aus **ökologischer** Sicht lässt sich festhalten, dass sowohl die Quell- als auch die Senkenfunktion der Umwelt durch die CLSCs der Brauereien geschont werden. So reduziert die mehrfache Nutzung von Tankreinigungswasser im Herstellungsprozess den Wasserkonsum sowie die Entstehung von Abwässern. Gleiches gilt für die Wiederverwendung von Tankreinigungslösung und Vorwasser sowie bei der Reinigung der Mehrwegbehältnisse im Abfüllprozess. Hier wird die Reinigungslauge mehrfach eingesetzt. Des Weiteren erfolgt eine Ressourcenschonung durch die Reparatur defekter Maschinen und Tanks. Auch der wiederholte Einsatz der Hefe reduziert Rohstoffverbrauch sowie Abfallprodukte. Laut Interviewten erfolgt die Nutzung von Mehrwegflaschen, -kästen, -fässern und -fassverschlüssen aus ökologischen Aspekten. Diese Umweltwirkung ist erheblich. Mehrwegsysteme sind auch ökologischer als das Recycling von Flaschen oder Fässern, da dafür ein hoher Energieaufwand erforderlich wäre. Des Weiteren geben alle Teilnehmer an, beschädigte Getränkekästen dem Hersteller zum Recyceln zurückzugeben, um dafür unversehrte Kästen mit einem Anteil an Recyclinggranulat zu erhalten. Dies ist eine weitere externe CLSC. Gleiches gilt für die im Transport eingesetzten wiederverwendbaren und im Falle der Beschädigung reparierten Paletten.

Insgesamt sind in der Brauereibranche klare Abstufungen zu erkennen, was die Auswirkungen diverser Kreisläufe in der CLSC auf die ökologische Nachhaltigkeit betrifft. Die Wirkung der Ressourcenkreisläufe bei der Bierherstellung ist positiv aber als eher gering anzusehen. Im Abfüllprozess sind diese hingegen erheblich. Auch im Transport können klare Umweltvorteile durch die Wiederverwendung mithilfe von Kreisläufen generiert werden.

In der Argumentation für ökologisch nachhaltige Maßnahmen wird häufig argumentiert, dass diese auch zu **ökonomischen** Verbesserungen führen. Dieser Zusammenhang ist bei den untersuchten Brauereien nicht immer festzustellen. In der Herstellung des Biers gilt dies sowohl für die eigentliche Produktion wie auch den Abfüllprozess. Bei der Wiederverwendung der Hefe sowie des Spülwassers zur Tankreinigung können Kosten eingespart werden. Gleiches gilt für die Wiederverwendung von Wasser und Reinigungslauge beim Spülen in der Abfüllanlage. Auch die Reparatur von Maschinen ist ökonomisch zielführend. Zwar ist deren Ausfall selten, eine Neubeschaffung kostet jedoch mehrere hunderttausend Euro, weshalb dies i. d. R. keine Option für die Gesprächspartner ist.

Auswirkungen von CLSCs auf die Nachhaltigkeit fränkischer Brauereien		
Kreisläufe im Herstellungsprozess (Produktion und Abfüllung)	Ökologische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Wasser-, Energie- und Rohstoffverbrauch • Weniger Abwasser und Abfallprodukte
	Ökonomische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Kostensenkung durch Wasser-, Energie- und Materialeinsparung sowie geringere Müllentsorgungskosten
	Soziale Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Auswirkungen identifiziert
Kreisläufe im Kundenprozess (Mehrwegbehälter)	Ökologische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Wasser-, Energie- und Rohstoffverbrauch • Weniger Abwasser durch Lauge und Abfallprodukte
	Ökonomische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenreduzierung durch Wasser-, Energie- und Materialeinsparung • Verlust durch Pfandschlupf
	Soziale Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • In Einzelfällen zusätzliche Arbeitsplätze
Kreisläufe im Transportprozess (Transporthilfsmittel)	Ökologische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Rohstoffverbrauch • Weniger Abfallstoffe
	Ökonomische Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Einsparungen durch geringere Material- und Müllentsorgungskosten
	Soziale Auswirkungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Auswirkungen identifiziert

Tabelle 8: Ergebnis der Nachhaltigkeitsanalyse von CLSCs in Brauereien

Insgesamt sind in der Brauereibranche klare Abstufungen zu erkennen, was die Auswirkungen diverser Kreisläufe in der CLSC auf die ökologische Nachhaltigkeit betrifft. Die Wirkung der Ressourcenkreisläufe bei der Bierherstellung ist positiv aber als eher gering anzusehen. Im Abfüllprozess sind diese hingegen erheblich. Auch im Transport können klare Umweltvorteile durch die Wiederverwendung mithilfe von Kreisläufen generiert werden.

In der Argumentation für ökologisch nachhaltige Maßnahmen wird häufig argumentiert, dass diese auch zu **ökonomischen** Verbesserungen führen. Dieser Zusammenhang ist bei den untersuchten Brauereien nicht immer festzustellen. In der Herstellung

des Biers gilt dies sowohl für die eigentliche Produktion wie auch den Abfüllprozess. Bei der Wiederverwendung der Hefe sowie des Spülwassers zur Tankreinigung können Kosten eingespart werden. Gleiches gilt für die Wiederverwendung von Wasser und Reinigungslauge beim Spülen in der Abfüllanlage. Auch die Reparatur von Maschinen ist ökonomisch zielführend. Zwar ist deren Ausfall selten, eine Neubeschaffung kostet jedoch mehrere hunderttausend Euro, weshalb dies i. d. R. keine Option für die Gesprächspartner ist.

Im Kreislauf der Kundenrückflüsse fällt die ökonomische Bewertung des Mehrwegsystems der Flaschen negativ aus. Grund hierfür ist das geringe Flaschenpfand von 8 Cent. Es führt zu einer Rücklaufquote von durchschnittlich 80 % bei den Befragten. Die Kosten pro Flasche bzw. Kasten liegen jedoch über den Pfandbeträgen, weshalb jede nicht zurückgegebene Flasche eine ökologische Belastung für die Brauereien darstellt. In Summe können dies pro Jahr 40.000–50.000 Euro in den untersuchten Brauereien sein. Unternehmen mit sehr kleinem Vertriebsgebiet sind hiervon weniger betroffen, da sie eine höhere Rücklaufquote erzielen können. Dies gilt auch für die Fässer. Bei diesen wird keine negative ökonomische Einschätzung vorgenommen. Allerdings auch keine positive. Ökonomisch ist deren Einsatz neutral zu bewerten. Bei den weiteren externen Kreisläufen, welche die Transporthilfsmittel betreffen, ist wiederum ein ökonomischer Mehrwert festzustellen. Die Wiederverwendung der Paletten spart erhebliche Kosten im Vergleich zu einer konstanten Neubeschaffung. Auch die Wiederaufbereitung der Paletten in Form von Reparaturen oder das Getränkekastenrecycling wird als kostensenkend eingeschätzt. Bei den Kästen erfolgt dadurch beispielsweise eine Einsparung der Entsorgungskosten. In der Literatur aufgeführte indirekte ökonomische Vorteile wie eine positive Reputation durch „grünes Image“, Vorbeugung gegenüber staatlichen Regelungen oder strategischer Nutzen durch Markteintrittsvermeidung Dritter, konnten jedoch nicht festgestellt werden.

Aus den Interviews lassen sich weder explizit noch implizit Hinweise identifizieren, wonach die Closed-Loops in der Herstellung die **soziale** Nachhaltigkeit der Brauereien beeinflussen. Im Gegensatz dazu können durch die Wiederverwendung der Behälter im Kreislaufsystem der Kundenrückflüsse neue Arbeitsplätze entstehen, die auch für Menschen mit geringeren Qualifikationen geeignet sind. Dies ist in zwei Brauereien der Fallstudie der Fall. Die Gesprächspartner der anderen Unternehmen unterstützten diese Aussage nicht. Eine nähere Untersuchung legt nahe, dass dieser Effekt vom Grad der Automatisierung der Abfüllanlage abhängig ist. Im Transportprozess kommen in den Expertengesprächen keine Auswirkungen auf die soziale Nachhaltigkeit zur Sprache. Zudem ist festzuhalten, dass keiner der Studienteilnehmer explizit von sozialen Gründen als ausschlaggebendes Motiv von Wiederverwen-

dungen oder -aufbereitungen berichtet. In der Gesamtbetrachtung der sozialen Dimension ergibt sich somit eine mögliche Arbeitsplatzschaffung durch Kundenrückflüsse als positive Konsequenz. Diese stellen jedoch eine Ausnahme dar.

Zusammenfassend konnten die Ergebnisse aus den Literaturbeiträgen zur ökologischen Nachhaltigkeit unabhängig von den Rückflussarten bestätigt werden. Bei der ökonomischen Säule ist eine Rückflussunterscheidung notwendig. Während sich die Wiederherstellung von Herstellungs- und Transportrückflüssen ausschließlich positiv auf die ökonomische Nachhaltigkeit auswirkt, ist dies bei Kundenrückflüssen nicht der Fall. Trotz Erfüllung von Grundvoraussetzungen wie beispielsweise dem Pfandrückgabesystem, welches zudem Unsicherheiten eindämmt, kommt es hier zu Verlusten, die einen negativen Einfluss auf die Rentabilität und Liquidität der Brauereien haben. Auswirkungen auf die soziale Nachhaltigkeit treten lediglich vereinzelt bei Kundenrückflüssen auf und sind daher kein Regelfall.

5 Handlungsempfehlungen für Theorie und Praxis

Der abschließende Abschnitt 5 des vorliegenden Beitrags soll die im Rahmen der theoretischen Betrachtung sowie durch die Fallstudienuntersuchung gewonnenen Erkenntnisse in Handlungsempfehlungen für die Theoriebildung sowie für umzusetzendes Handeln überführen. Dabei werden auch die eingangs formulierten Forschungsfragen aufgegriffen.

Ziel des Beitrags war es, die Auswirkungen von CLSCs auf die Nachhaltigkeit von Brauereien zu klären (Forschungsfrage 3). Hier lässt sich festhalten, dass ökologische und ökonomische Nachhaltigkeitsaspekte gemäß der Fallstudienenergebnisse stark von Wiederverwendungen im Sinne der CLSC betroffen sind. Die soziale Dimension wird hingegen nur im Einzelfall tangiert. Die gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf die soziale Nachhaltigkeit bestätigen das Bild, welches bereits in der Literaturanalyse entstanden ist. Es existieren kaum Beiträge, die auf alle drei Nachhaltigkeitsaspekte abzielen. Die soziale Komponente, die per Definition Teil der Nachhaltigkeit ist, wurde in der Literatur wie auch in den Interviews häufig nicht erwähnt und bleibt dementsprechend meist unbeachtet. Daraus lässt sich schließen, dass sich lediglich zwei Aspekte der Nachhaltigkeit durch CLSCs unterstützt werden und der Begriff „Nachhaltigkeit“ i. d. R. zu unpräzise verwendet wird. Da der Begriff „Nachhaltigkeit“ laut Definition jedoch aus drei Teilen besteht, ist diese Erkenntnis keineswegs trivial. Zwar ist die Einstufung der CLSC als nachhaltigere Form der Supply Chain nicht per se falsch, dennoch fehlt es hier an Differenziertheit. Die Bezeichnung „Grüne Supply Chain“, bei der ausschließlich die ökonomische und die ökologische

Säule der Nachhaltigkeit im Fokus stehen, ist den bisherigen Erkenntnissen nach präziser.⁶⁴ Im Umkehrschluss sollte bei der Zielsetzung eine nachhaltige Supply Chain aufzubauen, der Einsatz einer CLSC kritisch hinterfragt bzw. zusätzlich um soziale Aspekte ergänzt werden. Diese begriffliche Auseinandersetzung gilt sowohl für die wissenschaftliche Literatur und Diskussion wie auch für die gesellschaftliche Debatte inklusive des unternehmerischen Kontexts. Wollen Brauereien im Speziellen oder KMUs im Allgemeinen zur Nachhaltigkeit beitragen, so muss neben der Realisierung von CLSCs die soziale Dimension der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. Eine CLSC trägt zunächst nur zur ökologischen und ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit bei (Forschungsfrage 1).

Handlungsempfehlungen zum Einsatz von CLSCs zum Ziel der Stärkung der Nachhaltigkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen wie auch Forschende sollten den Begriff „Nachhaltigkeit“ nur nach sorgfältiger und ausreichender Auseinandersetzung mit der sozialen Dimension verwenden. Ansonsten ist die Bezeichnung „grüne Supply Chain“ für CLSCs präziser.
<ul style="list-style-type: none"> • Zur Etablierung nachhaltiger Supply Chains ist die Umsetzung von CLSCs nicht ausreichend. Es müssen zusätzlich Anstrengungen zur Stärkung der sozialen Dimension realisiert werden.
<ul style="list-style-type: none"> • Aus ökonomischer Sicht ist die Einführung von externen Kreisläufen mit Kundenrückflüssen nur zielführend, wenn ein ausreichendes Anreizsystem zur Produktrückgabe existiert. Vor diesem Hintergrund wäre ein höherer Pfandbetrag für Mehrwegflaschen sinnvoll.
<ul style="list-style-type: none"> • Kreisläufe aus Herstellungs- und Transportrückflüssen sollten aufgrund positiver ökologischer wie ökonomischer Auswirkungen immer umgesetzt werden.

Tabelle 9: Abschließende Handlungsempfehlungen

Bezüglich der Ausprägungsformen von CLSCs in Brauereien (Forschungsfrage 2) lässt sich festhalten, dass hier spezielle Rahmenbedingungen vorliegen. Aufgrund der gesetzlichen Regelung existiert in der Getränkebranche ein Pfandsystem für Getränkebehälter. Dies führt zu externen CLSCs in der Brauereibranche. Sie betreffen sowohl Kunden- wie auch Transportrückflüsse. Die hier identifizierten Kreisläufe sind ökologisch sinnvoll, aus Unternehmenssicht stellt die aktuelle Höhe des Pfandes jedoch ein ökonomisches Risiko dar. Ein höherer Pfandbetrag pro Gefäß würde die ökonomische Anreizfunktion stärken und könnte durch eine Steigerung der Rücklaufquote auch die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit fördern. Neben den externen CLSCs existieren zahlreiche interne Kreisläufe in Brauereien. Diese sind

⁶⁴ Vgl. zur Definition des Green-SCM: „integrating environmental thinking into supply-chain management, including product design, material sourcing and selection, manufacturing processes, delivery of the final product to the consumers as well as end-of-life management of the product after its useful life.“ [Srivastava (2007), S. 54f.]. Für weitere Informationen zur Grünen Supply Chain, vgl. Wang/Gupta (2011).

sowohl ökologisch wie auch ökonomisch vorteilhaft und es ist daher zu empfehlen, diese Kreisläufe möglichst immer zu realisieren. Tabelle 9 führt neben dieser die weiteren Handlungsempfehlungen abschließend auf.

6 Anhang

Interviewleitfaden der durchgeführten Experteninterviews:

Vorstellung

1. Bitte geben Sie mir einen kurzen Überblick über Ihre Position im Unternehmen.
2. Ist Nachhaltigkeit für Sie ein Thema?

Herstellungsprozess

3. Wie verläuft der Bierherstellungsprozess bei Ihnen?
4. Verwenden Sie übriggebliebene Rohstoffe wieder? Und falls ja, weshalb?
5. Welche Brauabfälle fallen während des Prozesses an?
6. Was passiert mit den Brauabfällen und aus welchem Grund?
7. Wie reinigen Sie Ihre Maschinen/Tanks?
8. Was geschieht mit defekten Maschinen/Tanks?
9. Gibt es weitere Maßnahmen, die Sie ergreifen, um Ressourcen im Herstellungsprozess effizient zu nutzen?

Abfüllprozess

10. In welche Gefäße füllen Sie Ihr Bier ab? (Flaschen, Dosen, Fässer, etc.)
11. Können eben genannte Behältnisse wiederverwendet werden? Falls ja, warum werden diese wiederverwendet? Wie läuft der Prozess ab, bis das Gefäß wieder einsatzbereit ist? Inwieweit sind diese Prozesse automatisiert? Wie viele Arbeitsplätze können dadurch geschaffen werden?
12. Falls die vorherige Frage mit „ja“ beantwortet wurde: Können Sie einschätzen wie viele Behältnisse zur Wiederverwendung zu Ihnen zurückkommen? Gibt es hier Unterschiede zu den Vertriebsorten?
13. Welche Art von Verschluss haben Ihre Flaschen und wird dieser wiederverwendet?

Transport

14. Welche Transporthilfsmittel und Verpackungsmaterialien verwenden Sie? (Kästen, Papierbinder, Paletten, etc.) Und werden diese wiederverwendet?
15. Was passiert mit kaputten Transporthilfsmitteln?
16. Wie groß ist Ihr Vertriebsradius? (Regional, national oder international)

Beschäftigung

17. Beschäftigen Sie Arbeitnehmer aus unterschiedlichen sozialen Bereichen?

Abschluss

18. Gibt es weitere soziale Aspekte, die Ihnen zum Thema Wiederverwendung einfallen?

19. Gibt es noch weitere Punkte, die Ihnen zum Thema Nachhaltigkeit wichtig sind?

7 Literaturverzeichnis

- Abdallah, T./Farhat, A./Diabat, A./Kennedy, S. (2012): Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment, in: *Applied Mathematical Modelling*, 36 (9), S. 4271–4285.
- Agrawal, S./Singh, R. K./Murtaza, Q. (2015): A literature review and perspectives in reverse logistics, in: *Resources, Conservation and Recycling*, 97, S. 76–92.
- Akreml, L. (2014): Stichprobenziehung in der qualitativen Sozialforschung, in: Baur, N./Blasius, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, Wiesbaden, S. 265–282.
- Amini, M. M./Retzlaff-Roberts, D. (1999): Reverse Logistics Process Reengineering: Improving Customer Service Quality, in: *Cycle Time Research*, 5 (1), S. 31–42.
- Ansari, Z. N./Kant, R. (2017): A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management, in: *Journal of Cleaner Production*, 142 (4), S. 2524–2543.
- Ardente, F./Talens Peiró, L./Mathieux, F./Polverini, D. (2018): Accounting for the environmental benefits of remanufactured products: Method and application, in: *Journal of Cleaner Production*, 198, S. 1545–1558.
- Ashby, A. (2018): Developing closed loop supply chains for environmental sustainability, in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29 (4), S. 699–722.
- Barbosa-Póvoa, A. P./da Silva, C./Carvalho, A. (2018): Opportunities and challenges in sustainable supply chain: An operations research perspective, in: *European Journal of Operational Research*, 268 (2), S. 399–431.
- Braun, A.-T. (2016): Optimierungsmodell zur Planung der direkten Wiederverwendung bei der Vermietung mobiler und langlebiger Investitionsgüter in Closed-Loop Supply Chains, Stuttgart.
- Brodin, H. M./Anderson, H. (2008): Recycling calls for revaluation, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 13 (1), S. 9–15.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): *Fragen und Antworten zur Pfandpflicht*, Berlin.

- Chan, H. K. (2007): A pro-active and collaborative approach to reverse logistics—a case study, in: *Production Planning & Control*, 18 (4), S. 350–360.
- Choi, S./Ng, A. (2011): Environmental and Economic Dimensions of Sustainability and Price Effects on Consumer Responses, in: *Journal of Business Ethics*, 104 (2), S. 269–282.
- Coenen, J./van der Heijden, R. E.C.M./van Riel, A. C.R. (2018): Understanding approaches to complexity and uncertainty in closed-loop supply chain management: Past findings and future directions, in: *Journal of Cleaner Production*, 201, S. 1–13.
- Cooper, D. R./Gutowski, T. G. (2015): The Environmental Impacts of Reuse: A Review, in: *Journal of Industrial Ecology*, 21 (1), S. 38–56.
- Daniel, V./Guide, V. D. R., jr./van Wassenhove, L. N. (2002): Closed-loop Supply Chains, in: Fandel, G./Trockel, W./Aliprantis, C./Klose, A./Speranza, M./van Wassenhove, L. (Hrsg.): *Quantitative Approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management*, Berlin u. a., S. 47–60.
- de Brito, M. (2004): *Managing reverse logistics or reversing logistics management?*, Rotterdam.
- de Brito, M. P./Dekker, R. (2004): A Framework for Reverse Logistics, in: Dekker, R./Fleischmann, M./Inderfurth, K./van Wassenhove, L. (Hrsg.): *Reverse Logistics*, Berlin u. a., S. 3–27.
- Dowlatshahi, S. (2000): Developing a Theory of Reverse Logistics, in: *Interfaces*, 30 (3), S. 143–155.
- Dyllick, T./Hockerts, K. (2002): Beyond the business case for corporate sustainability, in: *Business Strategy and the Environment*, 11 (2), S. 130–141.
- Eccles, R. G./Perkins, K. M./Serafim, G. (2012): How to become a sustainable company, in: *MIT sloan management review*, 53 (4), S. 43–50.
- Eisenhardt, K. M. (1989): Building Theories from Case Study Research, in: *The Academy of Management Review*, 14 (4), S. 532–550.
- Elkington, J. (1998): *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century*, Stoney Creek, CT.
- Fan, X./Gong, Y./Xu, X./Zou, B. (2019): Optimal decisions in reducing loss rate of returnable transport items, in: *Journal of Cleaner Production*, 214, S. 1050–1060.
- Fleischmann, M./Bloemhof-Ruwaard, J. M./Dekker, R./van der Laan, E./van Nunen, J. A.E.E./van Wassenhove, L. N. (1997): Quantitative models for reverse logistics: A review, in: *European Journal of Operational Research*, 103 (1), S. 1–17.
- French, M. L. (2008): Improving sustainability through effective reuse of product returns: minimizing waste in a batch blending process environment, in: *Journal of Cleaner Production*, 16 (15), S. 1679–1687.

- Govindan, K./Jha, P. C./Garg, K. (2016): Product recovery optimization in closed-loop supply chain to improve sustainability in manufacturing, in: *International Journal of Production Research*, 54 (5), S. 1463–1486.
- Govindan, K./Soleimani, H./Kannan, D. (2015): Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future, in: *European Journal of Operational Research*, 240 (3), S. 603–626.
- Guide, V. D. R. jr./Wassenhove, L. N. (2006): Closed-Loop Supply Chains: An Introduction to the Feature Issue (Part 1), in: *Production and Operations Management*, 15 (3), S. 345–350.
- Handelsblatt (2013): Wem Nestlé das Wasser abgräbt, in: *Handelsblatt*, 14.02.2013, <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/lebensmittelkonzern-wem-nestle-das-wasser-ab-graebt/7782074.html> (abgerufen am 29.11.2018).
- Houseman, S. N. (2001): Why Employers Use Flexible Staffing Arrangements: Evidence from an Establishment Survey, in: *ILR Review*, 55 (1), S. 149–170.
- Jayaraman, V./Luo, Y. (2007): Creating Competitive Advantages Through New Value Creation: A Reverse Logistics Perspective, in: *Academy of Management Perspectives*, 21 (2), S. 56–73.
- Kleindorfer, P. R./Singhal, K./Wassenhove, L. N. (2005): Sustainable Operations Management, in: *Production and Operations Management*, 14 (4), S. 482–492.
- Kolmykova, A. (2016): Theoretische Grundlagen der Supply Chain Integration, in: Kolmykova, A. (Hrsg.): *Supply Chain Integration*, Wiesbaden, S. 13–72.
- Krikke, H./Le Blanc, I./van de Velde, S. (2004): Product Modularity and the Design of Closed-Loop Supply Chains, in: *California Management Review*, 46 (2), S. 23–39.
- Linton, J./Klassen, R./Jayaraman, V. (2007): Sustainable supply chains: An introduction, in: *Journal of Operations Management*, 25 (6), S. 1075–1082.
- Loske, R. (2015), *Politik der Zukunftsfähigkeit – Konturen einer Nachhaltigkeitswende*, Frankfurt a. M.
- Lund, R. T./Hauser, W. M. (2010): Remanufacturing - an American perspective, in: *5th International Conference on Responsive Manufacturing - Green Manufacturing (ICRM 2010)*, Ningbo, S. 1–6.
- Markley, M. J./Davis, L. (2007): Exploring future competitive advantage through sustainable supply chains, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 37 (9), S. 763–774.
- Marshall, C./Rossman, G. (1995): *Designing qualitative research*, Thousand Oaks.
- McConocha, D. M./Speh, T. W. (1991): Remarketing: Commercialization of Remanufacturing Technology, in: *Journal of Business & Industrial Marketing*, 6 (1/2), S. 23–37.

- Milbradt, F. (2019): Brauereien, in: *Zeitmagazin*, 10.07.2019, <https://www.zeit.de/zeit-magazin/2019/29/brauereien-deutschland-deutschlandkarte> (abgerufen am 02.05.2020).
- Mota, B./Gomes, M. I./Carvalho, A./Barbosa-Povoa, A. P. (2018): Sustainable supply chains: An integrated modeling approach under uncertainty, in: *Omega*, 77, S. 32–57.
- Murphy, K. (2012): The social pillar of sustainable development: a literature review and framework for policy analysis, in: *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 8 (1), S. 15–29.
- Nakamba, C. C./Chan, P. W./Sharmina, M. (2017): How does social sustainability feature in studies of supply chain management? A review and research agenda, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 22 (6), S. 522–541.
- Patton, M. (2015): *Qualitative research & evaluation methods*, Thousand Oaks.
- Quariguasi Frota Neto, J./Walther, G./Bloemhof, J./van Nunen, J.A.E.E./Spengler, T. (2010): From closed-loop to sustainable supply chains: the WEEE case, in: *International Journal of Production Research*, 48 (15), S. 4463–4481.
- Rajeev, A./Pati, R. K./Padhi, S. S./Govindan, K. (2017): Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review, in: *Journal of Cleaner Production* 162, S. 299–314.
- Raworth, K. (2012): *A safe and just space for humanity – can we live within the doughnut?*, Oxford.
- Rockström et al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, in: *Ecology and Society*, 14 (2): 32.
- Rogers, D./Tibben-Lembke, R. (1999): *Going backwards*, Reno.
- Sarkis, J./Helms, M. M./Hervani, A. A. (2010): Reverse logistics and social sustainability, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17 (6), S. 337–354.
- Schenkel, M./Caniëls, M. C.J./Krikke, H./van der Laan, E. (2015): Understanding value creation in closed loop supply chains – Past findings and future directions, in: *Journal of Manufacturing Systems*, 37, S. 729–745.
- Schneidewind, U. (2019): *Die Große Transformation- Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels*, Frankfurt a. M.
- Schulz, S. A./Flanigan, R. L. (2016): Developing competitive advantage using the triple bottom line: a conceptual framework, in: *Journal of Business & Industrial Marketing*, 31 (4), S. 449–458.
- Seitz, M. A. (2007): A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing, in: *Journal of Cleaner Production*, 15 (11–12), S. 1147–1157.

- Sheriff, K. M./Gunasekaran, A./Nachiappan, S. (2012): Reverse logistics network design: a review on strategic perspective, in: *International Journal of Logistics Systems and Management*, 12 (2), S. 171–194.
- Škapa, R./Klapalová, A. (2012): Reverse logistics in Czech companies: increasing interest in performance measurement, in: *Management Research Review*, 35 (8), S. 676–692.
- Smith, V. M./Keoleian, G. A. (2004): The Value of Remanufactured Engines: Life-Cycle Environmental and Economic Perspectives, in: *Journal of Industrial Ecology*, 8 (1–2), S. 193–221.
- Soleimani, H./Govindan, K. (2014): Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk, in: *European Journal of Operational Research*, 237 (2), S. 487–497.
- Sommer, P. (2007): Konzeptioneller Stand der Integration des Umweltschutzes in das Management der Supply Chain, in: *Umweltfokussiertes Supply Chain Management*, Wiesbaden, S. 83–121.
- Spiegel Online (2017): Textilindustrie in Burma Studie wirft H&M Kinderarbeit vor, in: Spiegel Online, 06.02.2017, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/h-m-primark-takko-studie-wirft-modeketten-kinderarbeit-in-burma-vor-a-1133370.html> (abgerufen am 29.11.2018).
- Srivastava, S. K. (2007): Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review, in: *International Journal of Management Reviews*, 9 (1), S. 53–80.
- Stindt, D./Sahamie, R. (2014): Review of research on closed loop supply chain management in the process industry, in: *Flexible Services and Manufacturing Journal* 26 (1–2), S. 268–293.
- Stock, J. (1998): *Development and Implementation of Reverse Logistics Programs*, Oak Brook.
- Süddeutsche Zeitung (2017): Drastische Szenen verkniffen, in: Süddeutsche Zeitung, 12.11.2017, <https://www.sueddeutsche.de/kultur/ausbeutung-im-jahrhundert-die-fabrikeigentuemern-denken-ehrlich-dass-sie-den-arbeitern-gutes-tun-1.3746849-2> (abgerufen am 06.12.2018).
- Süddeutsche Zeitung (2018): Nestlé hat schon wieder Ärger wegen Palmöl, in: Süddeutsche Zeitung, 06.07.2018, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/rohstoffe-immer-aerger-mit-palmoel-1.4043505> (abgerufen am 06.12.2018).
- Thierry, M./Salomon, M./van Nunen, J./van Wassenhove, L. (1995): Strategic Issues in Product Recovery Management, in: *California Management Review*, 37 (2), S. 114–136.
- Touboulic, A./Walker, H. (2015): Theories in sustainable supply chain management: a structured literature review, in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45 (1/2), S. 16–42.

- Tsoufias, G. T./Pappis, C. P. (2006): Environmental principles applicable to supply chains design and operation, in: *Journal of Cleaner Production*, 14 (18), S. 1593–1602.
- Wang, H./Gupta, S. (2011): *Green Supply Chain Management: Product Life Cycle Approach*, New York.
- Wells, P./Seitz, M. (2005): Business models and closed-loop supply chains: a typology, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 10 (4), S. 249–251.
- World Commission on Environment and Development (1987): *Our common future*, Oxford.
- Yin, R./Campbell, D. (2018): *Case study research and applications*, Thousand Oaks.
- Zitzmann, I. (2018): *Supply Chain-Flexibilität zur Bewältigung von Unsicherheiten – Taktisch-operative Potenzialplanung zur Schaffung von Robustheit, Resilienz und Agilität*, Bamberg.

Nachhaltigkeit in der Textil- und Bekleidungsindustrie: Eine empirische Untersuchung des Einsatzes von Textilsiegeln

Josepha Heusinger

Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg

Vanessa Felch

Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg, vanessa.felch@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	200
2	Signaling durch Textilsiegel als Lösungsansatz für das Problem der asymmetrischen Informationen	201
3	Wirkung von Textilsiegeln: Eine empirische Untersuchung.....	207
4	Schlussbetrachtung	217
5	Literaturverzeichnis	220

Abstract:

Der Einsatz von Siegeln in verschiedenen Branchen ist seit einigen Jahren in den Fokus der Wissenschaft und Praxis gerückt. Dabei weisen Textilsiegel nicht den gleichen Erfolg wie Siegel aus anderen Bereichen auf. In Verbindung mit der Tatsache, dass die Textil- und Bekleidungsindustrie in Deutschland eine der entscheidendsten Konsumgüterbranchen darstellt, soll im Verlauf dieses Artikels die Wirksamkeit von Textilsiegeln als Informationsinstrument innerhalb Deutschlands genauer untersucht werden. Die Ergebnisse veranschaulichen, dass die Effektivität von in Deutschland gängigen Textilsiegeln in der Praxis bislang unzureichend ist. Dies ist vor allem auf das Problem des mangelnden Informationsstandes der Verbraucher zurückzuführen.

JEL Classification: M14, Q56

Keywords: Informationsasymmetrien, Siegel, Signaling-Theorie, Textilsiegel, Textil- und Bekleidungsindustrie.

1 Einleitung

Die negativen Auswirkungen der Textil- und Modeindustrie auf Mensch, Tier und Umwelt sind längst in den Köpfen der Gesellschaft verankert (Thøgersen, 2000; BMU, 2019). Zahlreiche Schlagzeilen der letzten Jahre wie „*Textilarbeiter unter Trümmern*“ (Radunski, 2013) oder „*Giftige Wäsche*“ (Liebrich/Dostert, 2011) haben die Branche erschüttert und bei den Verbrauchern zunehmende Besorgnis ausgelöst (Thøgersen, 2000). In Verbindung mit dem steigenden Druck der Politik und Öffentlichkeit intensiviert sich auch seitens der Modeunternehmen die Diskussion über gesellschaftliche Verantwortung und der Bedarf, angemessen auf die gewandelten Verbraucherpräferenzen zu reagieren (Sigit et al., 2017; Gertz, 2005; Santos-Roldán et al., 2020).

Ein vor diesem Hintergrund an Bedeutung gewinnender Ansatz ist der Einsatz von Textilsiegeln, um die negativen Auswirkungen des Konsumverhaltens durch die Förderung von nachhaltigen Produkten abzuschwächen. Siegel können als Orientierungshilfe definiert werden, um für den Verbraucher vorab nicht sichtbare Produkteigenschaften zum Vorschein zu bringen. Im Zuge dessen werden Siegel gerade im Falle von Konsumgütern wie bspw. Bekleidung als verbraucherfreundliches und effizientes Kommunikationsinstrument betrachtet (Zaman et al., 2010; Fair Trade e.V., 2001; Howard/Allen, 2006; Koszewska, 2011).

Bereits seit über 30 Jahren kommen Siegel in der Praxis zum Einsatz und rücken somit auch in den Fokus der Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern (Clemenz, 2010). Studien im Kontext der Modeindustrie stellen wiederholt fest, dass eine Vielfalt an Textilsiegeln besteht, diese jedoch nach wie vor nicht den gleichen Erfolg aufweisen, wie es bei Siegeln in anderen Branchen der Fall ist (Henninger, 2015; Ma et al., 2017).

Die Textil- und Bekleidungsindustrie ist eine der bedeutsamsten Konsumgüterbranchen in Deutschland und weist die längste Tradition und Erfahrung für nachhaltige Siegel auf (Fiebrig, 2018; Thøgersen, 2000; Gesamtverband textil+mode, 2018). In Reflexion der immensen Schäden, die durch die Textil- und Modeindustrie verursacht werden, ist es von großer Bedeutung, die Effizienz von Textilsiegeln genauer zu untersuchen. Das Ziel des vorliegenden Artikels ist es daher, auf Grundlage der Signaling-Theorie und mithilfe einer empirischen Untersuchung die Wirksamkeit von deutschen Textilsiegeln als Informationsinstrument zu analysieren.

Um den angestrebten Erkenntnisgewinn zu realisieren, gliedert sich der Artikel in fünf Kapitel. Dabei bildet die Signaling-Theorie von Spence (1973) als Lösungsansatz für das Problem der asymmetrischen Informationen die Grundlage für das weitere Verständnis des Artikels. Im Anschluss folgt eine Literaturrecherche zur Ablei-

tung relevanter Forschungsströme. Darauf aufbauend wird eine Analyse der gegenwärtigen Textilsiegel in Deutschland präsentiert. Zuletzt wird eine empirische Untersuchung in Form einer Onlinebefragung umgesetzt. Dieser Artikel schließt mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, theoretischen und praktischen Implikationen und der Beschreibung weiterer Forschungsmöglichkeiten ab.

2 Signaling durch Textilsiegel als Lösungsansatz für das Problem der asymmetrischen Informationen

Die Textil- und Bekleidungsindustrie ist eine der komplexesten und zugleich besorgniserregendsten Branchen der Welt (Malik/Khan, 2014). Die globalisierte und stark vernetzte Struktur der textilen Supply Chain in Verbindung mit der mangelnden Transparenz führt unausweichlich zu weitreichenden ökologischen, sozialen sowie gesundheitlichen Problemen (Koszewska, 2011; Goswami, 2008). Die Kaufentscheidung des Verbrauchers, welcher soziale oder ökologische Aspekte berücksichtigen möchte, wird hierdurch zu einer zeitintensiven Herausforderung mit einem unzumutbar hohen Informationsaufwand (Aspers, 2008; Hansen/Kull, 1994; Van der Merwe et al., 2014; Hustvedt/Bernard, 2010; Pedersen/Neergaard, 2006). Um diesen Aufwand angemessen stemmen zu können und eine verantwortungsvolle Kaufentscheidung zu tätigen, ist der Verbraucher auf verfügbare Produktinformationen über nachhaltige Eigenschaften der Unternehmen angewiesen (Taufique et al., 2017; Draxlerová et al., 2015).

Die besagte Ausgangssituation wird in der Literatur als Problem der Informationsasymmetrien bezeichnet (Nelson, 1970; Karsten/Belz, 2006). Hierunter ist der Zustand zu verstehen, bei dem Akteure auf der einen Marktseite über bestimmte Informationen verfügen, wohingegen Akteure auf der anderen Marktseite diese Informationen nicht von vornherein besitzen, obwohl sie von Bedeutung für ihren Entscheidungsprozess wären (Kaiser, 1996; Atkinson/Rosenthal, 2014). Aufbauend auf das zugrunde liegende asymmetrische Informationsumfeld erschuf Spence im Jahr 1973 die Grundzüge der Signaling-Theorie. Durch das aktive Senden eines Signals kann ein Marktakteur einem anderen Akteur Informationen übermitteln (Spence, 2002; Spence, 1973). Daraus folgt, dass Signale als nützliches Instrument zur Verringerung von Informationsasymmetrien dienen (Sammer/Wüstenhagen, 2006; Spence, 2002; Connelly et al., 2011; Kaiser, 1996). In der nachfolgenden *Abbildung 1* wird die Signaling-Theorie mit ihren drei Hauptelementen dargestellt.

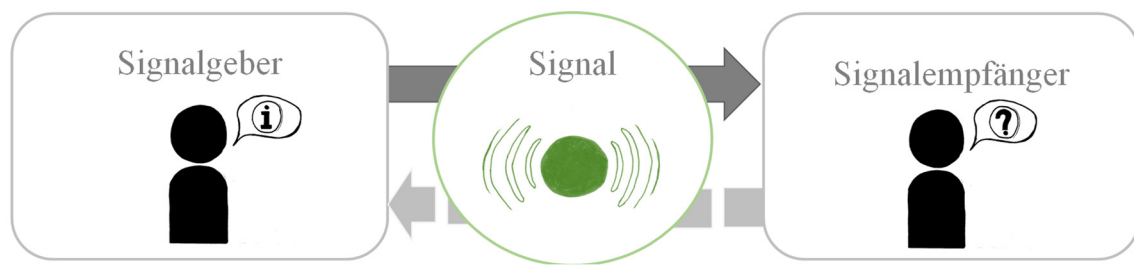


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der Signaling-Theorie

(Quelle: Eigene Darstellung der in Connelly et al. (2011) wiedergegebenen Daten)

Der Signalgeber wird als Insider bezeichnet, da er entscheidet, ob und vor allem in welcher Art und Weise die Informationen weitergegeben werden. Der Signalempfänger hingegen wird auch als Outsider bezeichnet, dem die entscheidenden Informationen fehlen (Connelly et al., 2011). Im vorliegenden Artikel werden Signale in Form von Textilsiegeln betrachtet. Im Rahmen dessen werden Textilsiegel als ein Kommunikationsinstrument definiert, welches darauf ausgerichtet ist, die Informationsasymmetrien zwischen den Verbrauchern auf der Nachfrageseite und den Modeunternehmen auf der Angebotsseite zu verringern, indem in einfacher Art und Weise Informationen über vorab nicht sichtbare Produkteigenschaften von komplexen Aspekten entlang der Supply Chain signalisiert werden (Bleda/Valente, 2009; Hartlieb/Jones, 2009).

2.1 Status Quo der Textilsiegelforschung

Zur Identifizierung des Status quo der Textilsiegelforschung wird eine Literaturrecherche auf Grundlage des fünfstufigen Prozesses von Denyer und Tranfield (2009) durchgeführt. Für die Suche nach relevanten Beiträgen wird der Bibliothekskatalog der Universität Bamberg, die Datenbanken JSTOR sowie EconLit über die Rechercheplattform EBSCOhost herangezogen, um eine möglichst breite Abdeckung des Themengebietes sicherzustellen. Dabei werden bei der Stichwortsuche deutsche und englische Begrifflichkeiten wie „Textilsiegel“ oder „textile label“ sowie deren Synonyme bzw. verwandte Wortformen in Verbindung mit verschiedenen Trunkierungszeichen und Boole'schen Suchoperatoren eingesetzt (Becker et al., 2017; Brink, 2013). Zwei Ausschlusskriterien begrenzen die Suchergebnisse. Zum einen wird der Zeitraum vorab auf 1990 bis einschließlich 2020 definiert. Zum anderen werden nur englisch- oder deutschsprachige Beiträge aus akademischen Journals herangezogen. Insgesamt werden mittels dieser Vorgehensweise 158 wissenschaftliche Beiträge erfasst, wovon am Ende 35 Artikel als relevant eingestuft werden. Diese sind im Folgenden kurz dargelegt. Die wissenschaftliche Aufmerksamkeit der Autoren ist grundsätzlich auf drei einzelne Bereiche fokussiert, welche jedoch durch Interdependenzen miteinander verbunden sind.

Erstens betrachten die Wissenschaftler allgemeine Informationen zu Siegeln, z. B. die Implementierung (Czarnecki et al., 2018), den Einfluss von visuellen oder verbalen Gestaltungskriterien auf das Design (Tang et al., 2004) oder auch das Wachstum von Siegeln auf dem Markt (Gruère, 2015). Van Amstel et al. (2008) und Kuhn (1999) untersuchen die Fähigkeit von Siegeln, das Problem der zugrunde liegenden Informationsasymmetrien zu überwinden. Der wohl erheblichste Themenbereich in diesem Zusammenhang ist die Effizienz von Siegeln und deren Auswirkungen auf den Markt (Yokessa/Marette, 2019; Bonroy/Constantatos, 2014; Galarraga Gallastegui, 2002).

Zweitens werden Siegel in Verbindung mit den kennzeichnenden Unternehmen betrachtet. Im Mittelpunkt stehen in diesem Fall die positiven Anreize sowie nicht wünschenswerte Auswirkungen von Siegeln auf die Unternehmen (Dangelico, 2017; Gołaszewska-Kaczan et al., 2015). Außerdem werden Siegel als Marketinginstrument in Verbindung mit der Unternehmenskultur betrachtet (Rex/Baumann, 2007; Chamorro/Bañegil, 2006) oder als Manipulationsmöglichkeit kritisch reflektiert (Genç, 2013).

Der dritte Bereich und größte Anteil der Forschung fokussiert sich auf die Verbraucher. In diesem Zusammenhang untersuchen Autoren das Verständnis und die Wahrnehmung (Taufique et al., 2019; Brécard, 2017; Atkinson/Rosenthal, 2014; Taufique et al., 2014), die Nutzung von Siegeln (Ma et al., 2017) oder auch die Verbraucherwirrung als Reaktion auf die rasante Ausbreitung von Siegeln auf dem Markt (Brécard, 2014; Langer et al., 2008). Anhand von Modellen wird außerdem die Wirkung von unterschiedlichen Einflussfaktoren, wie bspw. ökologischem Wissen, Vertrauen oder Glaubwürdigkeit, auf das Verbraucherverhalten untersucht (Taufique et al., 2017; Gross et al., 2016; Taufique et al., 2016; Henninger, 2015; Testa et al., 2015). Ein Großteil der Forschung beschäftigt sich mit der Kaufintention (Thøgersen et al., 2010; Teisl et al., 2008; D'Souza et al., 2006; Dickson, 2000) und Zahlungsbereitschaft (Shen, 2012; Hustvedt/Bernard, 2010; Hustvedt/Bernard 2008) der Verbraucher. Zusätzlich versuchen Gam et al. (2014), D'Souza et al. (2007) und auch Thøgersen (2000) mithilfe von spezifischen Charaktereigenschaften ein soziodemografisches Profil der Verbraucher abzubilden.

Im Endeffekt lassen sich nur wenige klare Schlussfolgerungen anhand der Literatur ableiten (Costa et al., 2009). Hinzu kommt, dass einige Produktbereiche, wie die Lebensmittelbranche, bereits gut etabliert sind, wohingegen die Modebranche als unterentwickelter Bereich in der Literatur zu betrachten ist (Shaw et al., 2007; Henninger, 2015). Die Berücksichtigung der literarischen Daten veranschaulicht in diesem Zusammenhang, dass die praktische Anwendung von Siegeln gerade im Hinblick auf den komplexen Modemarkt von vielen Faktoren abhängt und bislang unzureichend

ist (Gertz, 2005; Zaman, 2010; Santos-Roldán et al., 2020; Ma et al., 2017). Angesichts dieser Tatsache gilt es, im weiteren Verlauf des Artikels die Effektivität deutscher Textilsiegel genauer zu untersuchen.

2.2 Übersicht deutscher Textilsiegel

Der Ecolabelindex dokumentiert zurzeit 455 Siegel in 199 Ländern und 25 Industriezweigen (Ecolabel Index, 2021). Um die Effektivität von Siegeln genauer untersuchen zu können, muss aus dieser unüberschaubaren Menge zunächst eine relevante Auswahl getroffen werden. Aus diesem Grund wird die bisher auf akademische Journalbeiträge begrenzte Literaturanalyse um nicht wissenschaftliche Informationsquellen erweitert. Unter Zuhilfenahme des freizugänglichen Internets kann eine Liste mit sämtlichen Textilsiegeln, die von den 90 größten Modeunternehmen als Zertifizierung auf ihren Internetseiten veröffentlicht sind, identifiziert werden (Werner, o. J.). Darüber hinaus wird eine weitere Auflistung aller Textilsiegel erarbeitet, die von Ratgebern im Internet abgebildet sind. Durch die Gegenüberstellung und Bereinigung um Eigenmarken⁶⁵ sowie Unternehmens⁶⁶- bzw. Multi-Stakeholder-Initiativen⁶⁷ kann eine Schnittmenge von 11 Siegeln herausgefiltert werden. Der erarbeitete Datensatz wird in einem weiteren Schritt mithilfe der Bewertungsmethodik des Siegelratgebers „Siegelklarheit“ anhand der vier Kriterien „Umweltfreundlichkeit“, „Sozialverträglichkeit“, „Glaubwürdigkeit“ und schließlich dem „Abdeckungsgrad der Mode Supply Chain“ analysiert (GIZ, 2021). Für fünf der insgesamt 11 Siegel liegt zum Betrachtungszeitraum keine ausführliche Bewertung vor, weshalb sich die finale Auswahl auf die folgenden sechs Siegel beläuft: Blauer Engel, Cradle to Cradle Cer-

⁶⁵ Eigenmarken beschreiben Gütezeichen, die von den Händlern selbst für ihre eigenen Produkte geschaffen werden, z. B. die als „Bio Cotton“ gekennzeichneten Textilien in den C&A-Filialen (CIR, 2018).

⁶⁶ Unternehmensinitiativen sind freiwillige Richtlinien, die von Unternehmen für Unternehmen gelten. Es handelt sich hierbei um Leitlinien bzw. Vorschläge auf Unternehmensebene, die meistens nicht für die Produktkennzeichnung geeignet sind. Als Beispiel kann die Business Social Compliance Initiative herangezogen werden, welche Unternehmen dabei helfen soll, die Arbeitsbedingungen in den globalen Lieferketten zu verbessern (CIR, 2018).

⁶⁷ Multi-Stakeholder-Initiativen sind Partnerschaften zwischen verschiedenen Interessensgruppen, die sich gemeinsam auf bestimmte Verhaltensregeln zur nachweislichen Verbesserung der Branche im sozialen und/oder ökologischen Bereich einigen. Auch hier ist die Mitgliedschaft nicht notwendigerweise auf dem Produkt ersichtlich. Ein Beispiel hierfür ist die Fair Wear Foundation, deren Mitglieder sich die Verbesserung der Arbeitsbedingungen zum Ziel gesetzt haben (CIR, 2018).

tified™ (C2C), EU Ecolabel, Fairtrade (COTTON, TEXTILE PRODUCTION), Global Organic Textile Standard (GOTS), OEKO-TEX® (STANDARD 100, STeP, MADE IN GREEN).

Das Ergebnis ist die in *Abbildung 2* dargestellte Übersicht, die angibt, in welchem Ausmaß – „sehr gut“, „gut“ oder „mittelmäßig“ – die ersten drei Kriterien erreicht werden sowie welche Stufen der Supply Chain bei den einzelnen Siegeln Berücksichtigung finden. Im weiteren Verlauf werden die abgeleiteten Erkenntnisse der Analyse näher erläutert sowie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede präsentiert.

Seit der Veröffentlichung des Blauen Engels in Deutschland im Jahr 1978 scheint der Trend der Einführung von Textilsiegeln nicht abgeklungen zu sein. Kontinuierlich haben sich im Verlauf der letzten 40 Jahre neue Siegel auf dem Markt entwickelt, darunter auch der C2C, das EU Ecolabel, die Fairtrade Siegel, GOTS und die Standards von OEKO-TEX®. Auch wenn die einzelnen Zielsetzungen der Siegel unterschiedliche Perspektiven einnehmen, verfolgen im Prinzip alle den gleichen übergeordneten Zweck: Die negativen Auswirkungen der Textil- und Bekleidungsindustrie bestmöglich zu minimieren und somit langfristig eine positive und vor allem nachhaltige Entwicklung der Industrie herbeizuführen. Die betrachteten Textilsiegel wurden entweder von einer Nichtregierungsorganisation (NGO) bzw. nicht gewinnorientierten Organisation (NPO) oder, wie es bei den zwei Siegeln Blauer Engel und dem EU Ecolabel der Fall ist, von einer staatlichen Organisation ins Leben gerufen. Die betrachteten Siegel von OEKO-TEX® und der GOTS sind industriespezifisch, d. h. nur Textilien werden zertifiziert und andere Produktkategorien werden nicht berücksichtigt. Im Vergleich dazu kennzeichnen die restlichen vier Siegel neben Textilien noch viele weitere Produktkategorien und decken somit eine Vielzahl von unterschiedlichen Industriesektoren ab. Das kann auf der einen Seite den Vorteil bringen, dass die Verbraucher das Siegel bereits aus einem anderen Bereich kennen, auf der anderen Seite besteht die Gefahr des Misstrauens sowie der Verwirrung (Henninger, 2015). Anhand der gesammelten Daten lässt sich außerdem feststellen, dass alle sechs Siegel global im Einsatz sind und sich nicht auf ein einzelnes Land beschränken. Dies ist aufgrund des internationalen Charakters der Mode-Supply Chain auch unausweichlich (BMZ, 2020; C2CPII, 2021; OEKO-TEX® Service GmbH, 2021; RAL gGmbH, 2021; Global Standard gGmbH, 2020; RAL gGmbH, 2019; TransFair e.V., o. J.).

Analyse- kriterien	Umwelt- freundlichkeit	Sozial- verträglichkeit	Glaubwürdigkeit	Abdeckungsgrad der Mode-Supply Chain				
				Rohstoff- gewinnung	Herstellung	Logistik/ Handel	Konsum	Kreislauf- fähigkeit
Textilsiegel								
 Blauer Engel	✓	✓	✓	■	■		■	
 C2C	✓	✓	✓	■	■		■	
 EU Ecolabel	✓	✓	✓	■	■		■	
 Fairtrade	✓	✓	✓	■	■		■	
 GOTS	✓	✓	✓	■	■	■	■	
 OEKO-TEX®	✓	✓	✓		■		■	

	SEHR GUT (besonders viele Anforderungen erfüllt)
	GUT (gewisse Mindestanforderungen erfüllt)
	MITTELMÄSSIG (nur vereinzelte Anforderungen erfüllt/Mindestanforderungen nicht vollständig erfüllt)
	BERÜCKSICHTIGUNG der Supply Chain-Stufe
	KEINE BERÜCKSICHTIGUNG der Supply Chain-Stufe

Abbildung 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Textilsiegelanalyse
(Quelle: Eigene Darstellung⁶⁸)

Anhand *Abbildung 2* wird deutlich, dass nur eines der sechs betrachteten Siegel in allen Bereichen mit „sehr gut“ abschneidet. Außer dem MADE IN GREEN-Siegel von OEKO-TEX® fokussieren sich die Zertifizierungssysteme eher auf den Aspekt der Umweltfreundlichkeit oder den Aspekt der Sozialverträglichkeit und decken nicht beide Bereiche gleichzeitig ab. Generell werden Kriterien der Umweltfreundlichkeit öfter von Siegeln thematisiert. Hierbei werden in den meisten Fällen sogar besonders viele Anforderungen erfüllt. Kriterien zur Sozialverträglichkeit hingegen werden nur von den zwei Siegeln der Organisationen OEKO-TEX® und Fairtrade mit „sehr gut“

⁶⁸ Quellen, die für die Analyse zum Einsatz kommen: GIZ, 2021; CIR, 2018; Wahnbaeck, 2019; Die VERBRAUCHER INITIATIVE e.V. (Bundesverband), 2021; Werde, 2021; Greenpeace e.V., 2018; Textile One GmbH, 2018; RAL gGmbH, 2019; Wikipedia, 2010; CSCPII, 2021; RAL gGmbH, 2021; TransFair e.V., o. J.; Global Standard gGmbH, 2020; OEKO-TEX® Service GmbH, 2021.

erfüllt. Der C2C-, der GOTS- sowie der EU Ecolabel-Standard erfüllen nur vereinzelte soziale Anforderungen und werden demnach als „mittelmäßig“ eingestuft. Im Bereich Glaubwürdigkeit schneiden alle Siegel mit „sehr gut“ ab. Es scheint bei den Siegelinhabern angekommen zu sein, dass Verbraucher nur dann auf mit Siegeln gekennzeichnete Produkte zurückgreifen, wenn ein vertrauensvolles Organ mit einem transparenten Zertifizierungssystem dahintersteht. Die Betrachtung des Abdeckungsgrades der Mode-Supply Chain zeigt, dass kein einziges Siegel über die Nutzungsphase hinaus reicht und Aspekte der Kreislauffähigkeit nach wie vor unberücksichtigt bleiben. Nur das GOTS-Siegel berücksichtigt alle vorherigen vier Stufen der Mode-Supply Chain. Auffällig ist, dass die meisten Siegel gerade im Bereich der Logistik und dem Handel nicht zur Anwendung kommen. Die Stufen der Herstellung als auch des Konsums sind jedoch durch alle Siegel abgedeckt.

Es wird außerdem ersichtlich, dass die einzelnen Standards schwer zu vergleichen sind, da sie unterschiedliche Kriterien prüfen und auch unterschiedliche Stufen der Mode-Supply Chain abdecken. Daraus lässt sich ableiten, dass die betrachteten Siegel durch eine hohe Individualität als auch Spezifität gekennzeichnet sind. Das ultimative Siegel, das alle Kriterien umfasst, existiert bislang nicht. Hinzu kommt, dass nur durch eine intensive Recherche und Auseinandersetzung mit den einzelnen Siegeln die Möglichkeit besteht, diese voneinander abzugrenzen und deren Geltungsbereiche besser zu verstehen. Wie den vorherigen Ausführungen entnommen werden kann, können Siegel aus wissenschaftlicher und theoretischer Perspektive als geeignetes Signaling-Instrument bezeichnet werden. Anhand der Ergebnisse der Analyse stellt sich jedoch die Frage, ob deutsche Verbraucher überhaupt in der Lage sind, diesen komplexen Charakter von Siegeln angemessen zu erfassen und die einzelnen Anwendungsbereiche der Siegel vollkommen verstehen. Nur unter diesen Bedingungen kann der Endverbraucher letztendlich auch das Ziel verfolgen, die Siegel als Informationsquelle während seiner Kaufentscheidung heranzuziehen. Die zuvor beschriebene mangelnde Umsetzung von Textilsiegeln in der Praxis unterstützt diese Überlegung. Im wissenschaftlichen Diskurs genießt dieser Gedanke bisher keine ausreichende Würdigung. Aus diesem Grund soll die Forschungslücke im weiteren Verlauf des Artikels mithilfe einer empirischen Verbraucherstudie geschlossen werden.

3 Wirkung von Textilsiegeln: Eine empirische Untersuchung

Um die Signalfunktion von Siegeln zwischen den Handelsunternehmen auf der Angebotsseite und den Verbrauchern auf der Nachfrageseite aus praktischer Perspektive der Verbraucher umfassend zu analysieren, wird im Folgenden eine Onlinebefragung als quantitative Forschungsmethode eingesetzt.

3.1 Aufbau und Durchführung der empirischen Untersuchung

Die Fragebogenitems werden, wenn möglich, aus etablierten Studien übernommen (z. B. Jin et al., 2020; Žurga/Forte, 2014; Taufique et al., 2019). Insgesamt setzt sich der Fragebogen aus 22 Fragen zusammen.

Fragebogenitem	
F1	Umweltbewusstsein
F2	Einkaufsverhalten
F3	Information zu Textilsiegeln
F4	Bekanntheitsgrad der Textilsiegel
	
F5	Inhaltliches Verständnis der wiedererkannten Textilsiegel
F6	Berücksichtigung bei der Kaufentscheidung
F7	Allgemeine Meinung zu Textilsiegeln
F8	Textilsiegel-Engagement
F9	Demografische Daten

Abbildung 3: Auflistung der Fragebogenitems
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die in *Abbildung 3* dargestellten Fragebogenitems sind in vier thematisch zusammenhängende Bereiche gegliedert. Der erste Block dient einer allgemeinen Abfrage von zwei relevanten Konstrukten (F1, F2). Der zweite Bereich spezifiziert die sechs zuvor erarbeiteten Textilsiegel (F4, F5, F6). Als Drittes werden zwei generelle Fragen zu Textilsiegeln gestellt (F7, F8). Im letzten Abschnitt werden die demografischen Daten der Studienteilnehmer abgefragt, darunter z. B. das Alter und der aktuelle Beschäftigungsstatus (F9).

Die angestrebte Grundgesamtheit des vorliegenden Artikels besteht aus den erwachsenen Verbrauchern in Deutschland. Dies entspricht in etwa der deutschen Gesamtbevölkerung mit einem Alter ab 18 Jahren. Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes handelt es sich hierbei um eine Zielgruppe von über 68 Mio. Personen (Destatis, 2021a; Destatis, 2021b). Vorab wird die Ziehung der Stichprobe als Zufallsauswahl sowie ein Stichprobenumfang (n) von mindestens 300 Studienteilnehmern festgelegt (Steiner/Benesch, 2018). Die Rekrutierung der Zielgruppe erfolgt durch die

sozialen Netzwerke Instagram und Facebook sowie die beruflichen Netzwerke LinkedIn und XING.

Die Umfrage erstreckt sich in Deutschland von Ende September bis einschließlich Anfang Oktober 2020. Bis zum Stichtag rufen insgesamt 384 Personen den Fragebogen auf und beginnen mit der Bearbeitung. Insgesamt können 49 Abbrüche verzeichnet werden, so dass letztendlich 335 Personen den Fragebogen beenden ($n=335$). Somit ergibt sich eine Beendigungsquote von 87 %. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit beträgt ca. 6:32 Minuten. Als Entscheidungskriterien für die Bereinigung des Datensatzes dienen die Bearbeitungszeit, das Antwortverhalten sowie die Widerspruchsfreiheit (Asdecker, 2014). Der ursprüngliche Datensatz wird im Zuge dessen um 15 Datensätze reduziert und umfasst somit eine endgültige Stichprobengröße von 320 ($n=320$). Mithilfe eines Mann-Whitney-U-Tests werden die Teilnehmerdaten aus der ersten und der zweiten Feldzeithälfte überprüft. Die Ergebnisse des Tests deuten bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ auf keinen signifikanten Unterschied hin. Demnach ist eine Verzerrung der Ergebnisse durch eine Spät-Beantwortung oder durch eine Nicht-Beantwortung unwahrscheinlich. (Döring/Bortz, 2016) Darüber hinaus wird der Datensatz mithilfe eines statistischen Gewichtungsverfahrens transformiert. Als Grundlage der Gewichtung dient der Bevölkerungsstand vom 5. Oktober 2020 des Statistischen Bundesamtes (Destatis, 2021c). Allerdings weicht das Antwortverhalten der gewichteten kaum von der ungewichteten Stichprobe ab. Deshalb wird in der folgenden Darstellung der Forschungsergebnisse auf die Gewichtung verzichtet.

3.2 Ergebnisse der empirischen Studie

Insgesamt bearbeiten 320 Personen die Studie vollständig, davon 85 Männer und 235 Frauen. Das durchschnittliche Alter der Befragten zum Erhebungszeitraum beträgt 35 Jahre. Die Altersgruppe der 18–29-jährigen ist mit 59 % am häufigsten vertreten. Die kleinste Altersgruppe stellen die Befragungspersonen über 64 Jahre dar. Mehr als die Hälfte aller Untersuchungspersonen weisen einen Hochschulabschluss auf. Die restlichen Personen geben als höchsten Bildungsabschluss einen Schulabschluss oder eine Ausbildung bzw. Meisterprüfung an. Genau 60 % aller Umfrageteilnehmer sind erwerbstätig, selbstständig oder als Freiberufler tätig. Mit 29 % nimmt die Gruppe der Studierenden, Auszubildenden und Praktikanten hierbei den zweiten Rang ein. Die verbleibenden 11 % setzten sich aus Rentnern, Nichterwerbstätigen, Schülern, Arbeitssuchenden und zuletzt erwerbsunfähigen Teilnehmern der Studie zusammen. Der Median des Nettoeinkommens liegt bei 1.000 €–1.999 €. Auffällig ist, dass beinahe ein Drittel aller Befragten unter dem Median liegen und somit über ein Nettoeinkommen von unter 1.000 € pro Monat verfügen.

Die deskriptive Auswertung der ersten drei Themenblöcke ermöglicht die Ableitung weiterer Studienergebnisse. Die Umfrageteilnehmer weisen im Durchschnitt ein hohes Umweltbewusstsein auf. Die meisten Befragten kaufen viermal im Jahr Bekleidungsprodukte ein. Das Fairtrade-Siegel erreicht die höchste Bekanntheit, gefolgt vom Blauen Engel, OEKO-TEX®, EU Ecolabel und dem GOTS. Das C2C-Textilsiegel wird von den wenigsten Studienteilnehmern erkannt. Bei allen Textilsiegeln außer dem Fairtrade-Siegel sind sich mindestens 50 % der Befragten trotz der Erkennung des Siegels über die Bedeutung von diesem unsicher. Von allen Umfrageteilnehmern gelingt es insgesamt 15 Befragten (5 %), den inhaltlichen Geltungsbereich für mindestens eines der sechs Siegel richtig zu bestimmen. In Summe würden 71 % der Untersuchungspersonen Textilsiegel in ihrer Kaufentscheidung berücksichtigen. Die restlichen Befragten (29 %) geben an, dass Textilsiegel keine wichtige Rolle für sie spielen bzw. sie generell nicht auf die Produktinformationen auf Etiketten achten. Die Abfrage der grundsätzlichen Meinung der Studienteilnehmer zu Textilsiegeln verdeutlicht, dass sich die meisten Untersuchungspersonen auf Grundlage ihres persönlichen Empfindens für nicht ausreichend über die einzelnen Textilsiegel informiert halten. 155 Befragte (48 %) äußern die Sorge, dass Unternehmen Textilsiegel einsetzen, um sich ein nachhaltiges Image zu verschaffen. Darüber hinaus löst die große Anzahl an Textilsiegeln bei 148 Teilnehmern (46 %) Verwirrung aus. Nur 10 % aller Befragten interessieren sich nicht für Textilsiegel. Zuletzt wird ersichtlich, dass die Umfrageteilnehmer im Durchschnitt ein geringes Textilsiegel-Engagement aufweisen.

Durch die Erhebung der demografischen Daten besteht außerdem die Möglichkeit, das Profil eines Siegelexperten abzubilden. Auffällig ist hierbei, dass der Prozentanteil der Frauen auf 93 % ansteigt. Das durchschnittliche Alter erhöht sich nur gering auf 36 Jahre. Allerdings wird die Personengruppe der über 64-Jährigen vollkommen verdrängt. Die Siegelexperten weisen zu 80 % einen Hochschulabschluss auf und sind zu 67 % erwerbstätig, selbstständig oder als Freiberufler tätig. Angesichts der Filtereinstellung verschiebt sich das Nettoeinkommen, sodass 47 % der Siegelexperten 1.000 €–1.999 € pro Monat erhalten. Insgesamt liegt für die Detailauswertung ein hohes Umweltbewusstsein vor sowie ein durchschnittliches Einkaufsverhalten von einmal monatlich. Die Siegelexperten sind sich grundsätzlich weniger unschlüssig über die Bedeutung der einzelnen Siegel. Zwei der insgesamt 15 Siegelexperten ist es gelungen, den inhaltlichen Geltungsbereich für mindestens eines der sechs Siegel richtig zu bestimmen. Darüber hinaus steigt die Beantwortung der Kaufintention mit „Ja“ um 22 Prozentpunkte auf 93 %. Abschließend kann festgestellt werden, dass die Siegelexperten anstatt der Problematik des fehlenden Wissens häufiger die Verwirrung durch die große Anzahl der Textilsiegel auf dem Markt oder die Sorge der Manipulation ankreuzen.

In einem weiteren Arbeitsschritt werden mögliche Zusammenhänge zwischen den einzelnen Variablen überprüft („Umweltbewusstsein“ & „Bekanntheit der Siegel“, „Umweltbewusstsein“ & „Textilsiegel-Engagement“, „Einkaufsverhalten“ & „Bekanntheit der Siegel“, „Umweltbewusstsein“ & „Kaufintention“, „Bekanntheit der Siegel“ & „Kaufintention“). Insgesamt führen die einzelnen Tests zu zwei signifikanten, jedoch schwachen Zusammenhängen. Hierdurch kann festgehalten werden: Je höher das Umweltbewusstsein eines Studienteilnehmers einzustufen ist, desto wahrscheinlicher weist diese Person auch ein höheres Engagement bezüglich Textilsiegeln auf. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass ein Zusammenhang zwischen dem „Umweltbewusstsein“ der Untersuchungspersonen und deren „Kaufintention“ besteht.

3.3 Interpretation der Ergebnisse

Im weiteren Verlauf des Artikels werden die Forschungsergebnisse unter Berücksichtigung bestehender wissenschaftlicher Konzepte sowie empirischer Studien näher betrachtet und in Verbindung mit den generierten Ergebnissen aus der Literaturanalyse und der Auseinandersetzung mit den deutschen Textilsiegeln diskutiert.

Der Frage, ob die in Deutschland gängigen Textilsiegel bei den Verbrauchern bekannt sind, wird durch die Bekanntheitsabfrage von sechs verschiedenen Siegeln nachgegangen. Grundsätzlich haben 66 % der Umfrageteilnehmer schon vor der Bearbeitung des Fragebogens von Textilsiegeln gehört. Demnach ist anzunehmen, dass Textilsiegel für die Mehrheit der Bevölkerung kein neues Phänomen sind. Von den 320 Befragungspersonen erkennen lediglich acht Personen kein einziges Siegel. Demnach erkennen 98 % mindestens eines der sechs Siegel. Allerdings sind nur drei Personen in der Lage, alle sechs Siegel zu identifizieren. Generell kann festgestellt werden, dass 83 % der Untersuchungsteilnehmer 1–3 Siegel erkennen. Das Fairtrade-Siegel ist in diesem Fall am bekanntesten. Obwohl Fairtrade erst seit 2007 Baumwollprodukte kennzeichnet und seit 2016 ein Siegel für die Textilproduktion verwendet, existiert die NGO TransFair e.V. in Deutschland schon seit 1992. Vor allem im Bereich der Lebensmittelindustrie kommen die Verbraucher seitdem häufig mit dem Fairtrade-Siegel in Kontakt, z. B. bei zertifizierten Produkten wie Bananen oder Kaffee. Zudem stärkt der TransFair e.V. seine Marke durch Kampagnen, kostenlose Schulungen, prominente Unterstützung und durch viele weitere Tätigkeiten im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit (TransFair e.V., o. J.). Am zweithäufigsten wird der Blaue Engel von den Befragungspersonen erkannt. Das staatliche Umweltzeichen ist bereits seit 1978 in ca. 120 Produkt- und Dienstleistungsgruppen im Einsatz. Auch der Blaue Engel setzt auf Marketing in Form von vielen Aktionen und Projekten, bspw. Informationsstände auf diversen Festivals in Deutschland im Jahr 2019. (RAL

gGmbH, 2019) Die restlichen vier Siegel sind bei den Befragungspersonen eher weniger bekannt. Auffällig ist hierbei, dass alle Siegel bis auf das EU Ecolabel erst in den letzten 15 Jahren entstanden sind und somit eine kürzere Historie aufweisen. Hinzu kommt, dass mit Ausnahme des GOTS nur vereinzelte Informationen über Marketingaktionen auf den Internetseiten der Siegel zu finden sind (C2CPII, 2021; OEKO-TEX® Service GmbH, 2021; RAL gGmbH, 2021; Global Standard gGmbH, 2020). Anhand dieser Ergebnisse kann im Allgemeinen festgestellt werden, dass Textilsiegel grundsätzlich von den Verbrauchern rein objektiv wahrgenommen und erkannt werden. Die Ergebnisse der Umfrage unterstützen zudem die Annahme einiger Autoren, dass sich die Bekanntheit von Siegeln durch bestimmte Faktoren beeinflussen lässt (Taufique et al., 2019; Taufique et al., 2014). Ein Siegel mit einer langen Geschichte, das neben Textilien auch andere Produktgruppen zertifiziert, scheint den Vorteil zu haben, dass es von den Verbrauchern leichter erkannt wird. Gross et al. (2016) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass zufriedene Kunden ihre positiven Produkterfahrungen auf Produkte von anderen Branchen übertragen können. Darüber hinaus wirkt sich ein fundiertes Marketing mit viel Werbung vermutlich positiv auf die Bekanntheit von Textilsiegeln aus. Eine Reihe von Informationen dient in diesem Fall als Impuls, um den Bekanntheitsgrad von Siegeln zu erhöhen (Testa et al., 2015; Gross et al., 2016). Ob die zugrundeliegende Institution öffentlich oder staatlich legitimiert ist, scheint für die Verbraucher im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch keine Rolle zu spielen. Dies widerspricht der Aussage von Sønderskov und Daugbjerg (2011), dass Verbraucher eher Siegeln vertrauen, bei denen die Regierung eine aktive Rolle spielt. Laut den Studien von Thøgersen (2000) und Gam et al. (2014) kann die Bekanntheit von Siegeln auch durch eine positive Umwelteinstellung sowie eine spezielle Mode- und Einkaufsorientierung beeinflusst werden. In dem vorliegenden Artikel wird deshalb der Zusammenhang zwischen dem „Umweltbewusstsein“ und dem „Einkaufsverhalten“ der Verbraucher auf die „Bekanntheit“ der Siegel untersucht. Anhand der Daten lassen sich die zwei Zusammenhänge jedoch nicht bestätigen. Weder ein hohes Umweltbewusstsein noch das häufige Einkaufen von Bekleidungsprodukten weisen automatisch darauf hin, dass die Verbraucher mehr Siegel erkennen. Eine mögliche Erklärung für das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen dem Umweltbewusstsein und der Bekanntheit von Textilsiegeln könnte die Tatsache sein, dass die Erkennung von Siegeln von vielen Aspekten abhängig ist und die positive Einstellung gegenüber der Umwelt vielmehr als eine wün-

schenswerte Voraussetzung zu betrachten ist. Darüber hinaus kann das häufige Einkaufen von Bekleidungsprodukten als Indikator für ein „Fast Fashion“⁶⁹-Verhalten betrachtet werden, d. h. die Verbraucher erwerben Produkte mit einer schlechteren Qualität zu niedrigen Preisen, wobei soziale oder ökologische Qualitätsstandards, verdeutlicht durch Textilsiegel, vermutlich zur Nebensache werden (Banz, 2015).

Im nächsten Abschnitt soll geklärt werden, ob die Verbraucher in der Lage sind, den Textilsiegeln die richtige Bedeutung zuzuschreiben. Die Auswertung der Verbraucherstudie offenbart, dass Fairtrade verhältnismäßig oft in Verbindung mit sozialen Qualitätsstandards gebracht wird. Bei dem Blauen Engel, dem EU Ecolabel sowie dem OEKO-TEX®-Siegel werden im Gegensatz dazu häufiger ökologische Qualitätsstandards angekreuzt. Hieraus lässt sich ableiten, dass das Symbol sowie der Name der Siegel möglicherweise die inhaltliche Interpretation der Verbraucher beeinflussen kann. Das „fair“ in Fairtrade ermöglicht die Annahme, dass das Siegel den Fokus auf faire Arbeitsbedingungen setzt. Der blaue Hinweis „schützt Mensch und Umwelt“, die grüne Blume in Kombination mit dem Stichwort „Eco“ im Siegelnamen sowie das abgeleitete „Öko“ von OEKO-TEX® sind symbolisch auf ökologische Kriterien zurückzuführen. Es ist insofern denkbar, dass der Name des Siegels bzw. zusätzliche verbale Informationen und auch das Design des dazugehörigen Logos die Bedeutungszuschreibung beeinflussen können. Tang et al. (2004) bestätigen diese Annahme durch ihre Studie in Hong Kong und kommen zu dem Entschluss, dass Siegel mit einem ausdrucksstarken Logo sowie einer schriftlichen Botschaft am wirksamsten sind. Außerdem weisen Wissenschaftler vermehrt darauf hin, dass das Verständnis der Verbraucher von Siegeln nach wie vor als problematisch empfunden wird (Grankvist et al., 2004; Taufique et al., 2019; Henninger, 2015; Valor et al., 2014; Taufique et al., 2014; Wiederhold/Martinez, 2018; Brécard, 2017). Die Ergebnisse der Verbraucherumfrage stehen im Einklang mit dieser Annahme. Mehr als die Hälfte aller Studienteilnehmer äußern Ungewissheit über die Bedeutung aller Textilsiegel bis auf den Fairtrade-Standard. Insgesamt gelingt es nur 5 %, den inhaltlichen Abdeckungsbereich eines der sechs Siegel vollkommen richtig zu interpretieren. Das fehlende Wissen auf Verbraucherseite bestätigt sich auch durch die Frage nach der allgemeinen Meinung zu Textilsiegeln. 261 Umfrageteilnehmer geben an, dass sie nicht ausreichend über die einzelnen Textilsiegel und deren Qualitätsstandards informiert sind. Als weiterer Indikator dient die Abfrage des Textilsiegel-Engagements. Das durchschnittlich geringe Engagement weist in diesem Zusammenhang darauf

⁶⁹ Fast Fashion ist eine Unternehmensstrategie, die darauf abzielt, sowohl die gesamten Prozesse im Kaufzyklus als auch die Vorlaufzeiten zu reduzieren, damit neue Modeprodukte möglichst schnell und günstig in die Geschäfte gelangen (Barnes/Lea-Greenwood, 2006).

hin, dass die Verbraucher sich selbst als nicht gut informiert und somit nicht als Experten im Bereich der Textilsiegel bezeichnen würden. Anhand dessen wird ersichtlich, dass deutsche Verbraucher unzureichend über Textilsiegel informiert sind und demnach nicht in der Lage sind, den Siegeln die richtige Bedeutung zuzuweisen. Die Untersuchung des Modemarkts in Großbritannien von Henninger (2015) erzielt ein ähnliches Ergebnis.

Darauf aufbauend gilt es herauszufinden, ob die Kaufintention der Verbraucher durch die Kennzeichnung von Bekleidung mit Textilsiegeln beeinflusst wird. Um eine klare Antwort hierauf ableiten zu können, werden im Fragebogen je nach vorherigem Antwortverhalten drei unterschiedliche Filterfragen eingebaut. Ziel für die Beantwortung der Frage ist es, eine Grundsituation anzunehmen, in der die Befragungspersonen mindestens ein Siegel erkennen und zusätzlich über dessen inhaltlichen Abdeckungsbereich vollständig informiert sind. Unter der Prämisse der Siegelerkennung und dem vollständigen Verständnis würden 71 % der Befragten Textilsiegel in ihren Kaufentscheidungen berücksichtigen. Die daran anschließende Frage zur allgemeinen Einstellung bestätigt das grundsätzliche Interesse und die mögliche Berücksichtigung von Textilsiegeln beim Konsumverhalten der Verbraucher. Gerade mal 10 % aller Befragungspersonen geben in diesem Zusammenhang an, dass sie sich generell nicht für Textilsiegel interessieren. Im Verlauf der Ergebnisauswertung werden außerdem zwei Zusammenhänge überprüft. So kann sichergestellt werden, dass sich die „Bekanntheit“ der Siegel nicht auf die „Kaufintention“ auswirkt. Es scheint also nebensächlich zu sein, ob und wenn ja, wie viele Siegel der Verbraucher kennt. Allerdings wird ein Zusammenhang zwischen dem „Umweltbewusstsein“ der Befragungspersonen und ihrer „Kaufintention“ festgestellt. Die Untersuchung liefert keine Ergebnisse darüber, welche Richtung der Zusammenhang annimmt. Es lässt sich jedoch die Vermutung aufstellen, dass ein höheres Umweltbewusstsein mit einer höheren Kaufintention, die den Zweck verfolgt, mehr nachhaltige Produkte zu kaufen, einhergeht. Einen ähnlichen Zusammenhang erkunden die Autoren Shen et al. (2008) für die Verkehrsmittelwahl japanischer Verbraucher. Unter Berücksichtigung der zwei vorherigen Abschnitte kann davon ausgegangen werden, dass Textilsiegel grundsätzlich in der Lage sind, einen strategischen Effekt auszulösen. Es ist wahrscheinlich, dass Verbraucher, die Siegel rein objektiv erkennen und gleichzeitig ihren Inhalt verstehen, diese Textilsiegel auch für ihre Kaufentscheidung berücksichtigen. Veröffentlichungen der letzten Jahre unterstützen die Vermutung, dass Siegel einen positiven Einfluss auf die Kaufintention haben (Atanasoae, 2013; Ma et al., 2017; Thøgersen, 2000; Taufique et al., 2019). So veranschaulichen bspw. die Autoren Testa et al. (2015) anhand ihres Untersuchungsmodells, dass italienische Verbraucher umso wahrscheinlicher nachhaltige Produkte kaufen, je höher ihr Bewusstsein und Wissen über Siegel ist.

Die Beantwortung dieser drei Fragen ermöglicht im weiteren Verlauf ein Gesamturteil im Hinblick auf die übergeordnete Fragestellung, ob die in Deutschland gültigen Textilsiegel ein geeignetes Kommunikationsinstrument darstellen. Die wirksame Informationsübertragung von Signalen ist in dem vorliegenden Artikel durch die drei Elemente – Signalsichtbarkeit, Empfängerinterpretation, strategischer Effekt – nach Connelly et al. (2011) beeinflusst.

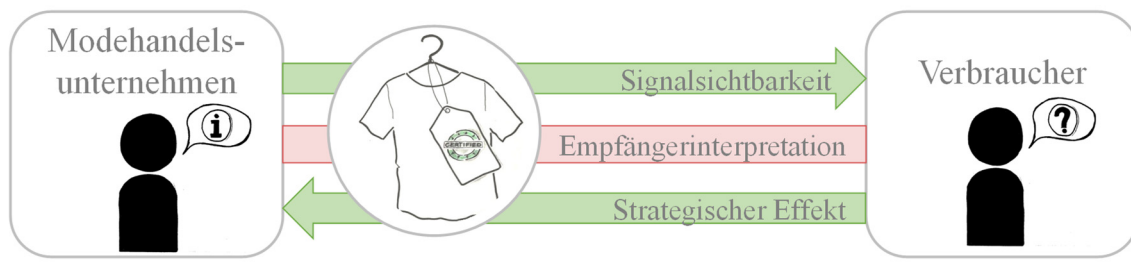


Abbildung 4: Wirksamkeit von Textilsiegeln anhand der Signaling-Theorie

(Quelle: Eigene Darstellung)

Aus der Grafik in *Abbildung 4* und den vorherigen Ausarbeitungen lassen sich folgende Erkenntnisse für die weitere Diskussion ableiten. Die Signalsichtbarkeit ist in den meisten Fällen gewährleistet. Wie zu erwarten, genießen einige Textilsiegel mehr Bekanntheit als andere. Dennoch ist davon auszugehen, dass ein spezielles Symbol am Etikett des Bekleidungsstückes als Textilsiegel wahrgenommen wird. Allerdings geht die Erkennung eines solchen Symbols nicht automatisch mit dem inhaltlichen Verständnis einher. Die Ergebnisse der Verbraucherumfrage veranschaulichen deutlich, dass Verbraucher Schwierigkeiten haben, den Textilsiegeln die richtige Bedeutung zuzuweisen. Der strategische Effekt in Form der Berücksichtigung von Siegeln innerhalb der Kaufentscheidung ist wiederum gewährleistet.

Da die Effektivität eines Signals vom reibungslosen Zusammenspiel der drei Elemente abhängig ist, kann davon ausgegangen werden, dass Textilsiegel zum jetzigen Zeitpunkt nicht das volle Potenzial ausschöpfen, um ein geeignetes Kommunikationsinstrument darzustellen. Textilsiegel übertragen die Informationen bislang nur in einem gewissen Umfang an die Verbraucher, weshalb die Informationsasymmetrien, wenn überhaupt, nur verringert, aber sicherlich nicht vollends beseitigt werden. In der Praxis äußert sich dieses Problem darin, dass Verbraucher zwar eine positive Einstellung zur Umwelt einnehmen, ihre Absicht, nachhaltige Bekleidungsprodukte zu kaufen, jedoch selten im Einklang mit ihrem tatsächlichen Kaufverhalten steht. Laut den Autoren Cowe und Williams (2000) weisen ein Drittel der Verbraucher nachhaltige Absichten auf, aber dennoch erreichen nachhaltige Produkte selten einen höheren Marktanteil als 3 %. Einige Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von der sogenannten „Attitude-Behaviour Gap“ (Wiederhold/Martinez, 2018; De Pelsmacker et al., 2005; Carrero/Valor, 2012; Tang et al., 2004), einer Diskrepanz zwischen der

grundsätzlichen Einstellung und dem tatsächlichen Verhalten. Neben der bereits aufgegriffenen Problematik des fehlenden Wissens durch mangelnde Informationen können anhand der Verbraucherstudie weitere Gründe ermittelt werden. Im Einklang mit den Ergebnissen anderer Wissenschaftler werden die mangelnde Glaubwürdigkeit in Verbindung mit der Angst vor Manipulation, die Verwirrung sowie die höheren Kosten als weitere Ursachen identifiziert (Wiederhold/Martinez, 2018). Die Informationsasymmetrien im vorliegenden Beziehungsgefüge zwischen den Modeunternehmen und den Verbrauchern ermöglichen den Anreiz für ein opportunistisches Verhalten seitens der Unternehmen. Aufgrund vergangener Greenwashing-Skandale vertreten die Verbraucher zunehmend die Meinung, dass Unternehmen nachhaltige Siegel nur aus Marketingzwecken verwenden, um ihre Gewinne zu steigern und einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Durch das hierdurch geschwächte Vertrauen und die aufkommende Skepsis werden die bereitgestellten Informationen von den Verbrauchern als unglaubwürdig wahrgenommen und die Legitimität der Siegel angezweifelt (Genç, 2013; Wiederhold/Martinez, 2018; Bray et al., 2011). Zudem stellt das inflationäre Wachstum der Siegel auf dem Markt eine weitere Herausforderung dar. Die Informationsflut durch die Koexistenz vieler Siegel hat einen eindeutigen Einfluss auf die Verbraucherverwirrung und kann letztendlich eine mögliche Barriere für den Kauf darstellen (Gruère, 2015; Ma et al., 2017; Wiederhold/Martinez, 2018; Langer et al., 2008). Als letzte mögliche Ursache der Attitude-Behaviour Gap innerhalb dieses Artikels sind die vermeintlich höheren Kosten für nachhaltige Bekleidung zu nennen. Der Preis ist nach wie vor ein erhebliches Attribut bei der Auswahl von Bekleidungsstücken. Deshalb besteht die Gefahr, dass nachhaltige Produkte gar nicht erst als mögliche Alternativen anerkannt werden, da die Verbraucher von vornherein von einem höheren Preisniveau ausgehen (Wiederhold/Martinez, 2018).

Eine denkbare Lösung für die aus diesem Artikel abgeleitete mangelnde Informationsübertragung der Textilsiegel zwischen Modeunternehmen und Verbrauchern ist ein Informationsprozess zur Wissensgenerierung (Valor et al., 2014). Angesichts der Tatsache, dass Textilsiegel ein Kommunikationsinstrument darstellen, ist neben der Einführung und Platzierung eines Textilsiegels am Bekleidungsprodukt eine fundierte Marketingstrategie unabdingbar (Taufique et al., 2017). Diese Idee steht im Einklang mit den Lösungsvorschlägen anderer Autoren, die sich in ihren wissenschaftlichen Arbeiten intensiv mit Siegeln befassen (Testa et al., 2015; Ma et al., 2017; Taufique et al. 2016; Tang et al., 2004; Gross et al., 2016). Möglichkeiten zur besseren Aufklärung der Verbraucher sollten ein breites Spektrum an Medien umfassen wie bspw. verstärkte und regelmäßige Werbekampagnen, aufschlussreiche Bildungsmaßnahmen oder auch die Anpassung der Lehrpläne in Schulen (Tang et al., 2004; Gross et al., 2016; Taufique et al., 2016). Das Ziel ist es, durch einen erhöhten Bekanntheitsgrad und einen verbesserten Kenntnisstand eine positive Einstellung bei

den Verbrauchern auszulösen, die wiederum eine verstärkte Kaufintention bewirkt (Gross et al., 2016; Taufique et al., 2016). Sowohl die Siegel-Herausgeber selbst als auch die Modeunternehmen, die Regierung, NGOs oder Umweltschutzverbände können einen Beitrag dazu leisten, die Kenntnisse über Textilsiegel zu verbessern (Taufique et al., 2016). Anhand der Aufklärung durch die gezielte Bereitstellung von Informationen können in einem positiven Nebeneffekt auch gleichzeitig die anderen genannten Ursachen überwunden werden. Das Senden von Informationen kann das Vertrauen der Verbraucher und somit die wahrgenommene Glaubwürdigkeit erhöhen, Missverständnisse über Greenwashing und den Preis bereinigen und Klarheit in die Siegel-Vielfalt bringen (Wiederhold/Martinez, 2018; Testa et al., 2015). Ohne einen fundierten Informationsprozess werden Textilsiegel in gewissem Umfang unwirksam bleiben und ihren Zweck, die Informationsasymmetrien zu verringern, nicht vollständig erfüllen (Teisl et al., 2008; Atanasoae, 2013).

4 Schlussbetrachtung

Die Einleitung betont die zunehmende Besorgnis über die negativen Auswirkungen sowie das hierdurch gestiegene Gefühl der Verantwortung seitens der Verbraucher und auch seitens der Modeunternehmen in der Textil- und Bekleidungsbranche. In diesem Zusammenhang ist in den vergangenen Jahren der Einsatz von Textilsiegeln in den Fokus der Forschung und Praxis gerückt. Das Ziel dieses Artikels ist es dementsprechend, die Wirksamkeit von deutschen Textilsiegeln als Informationsinstrument zwischen den Modehandelsunternehmen und den Verbrauchern anhand eines theoretischen sowie praktischen Einblickes zu analysieren. Die bedeutsamsten Erkenntnisse werden im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst.

Im Allgemeinen verdeutlichen sowohl die theoretischen als auch die praktischen Ausarbeitungen, dass Textilsiegel das Potenzial aufweisen, die gewünschten Informationen an die Verbraucher zu übermitteln. Die Informationsübertragung erfolgt jedoch nicht im vollen Umfang. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass die Informationsasymmetrien zwischen den Verbrauchern und den Modehandelsunternehmen im besten Fall nur verringert, aber nicht vollends beseitigt werden können. Da Textilsiegel grundsätzlich bei den Verbrauchern bekannt sind und auch fähig sind, die Kaufintention zu beeinflussen, wird ersichtlich, dass die richtige inhaltliche Interpretation der Textilsiegel ein Problem darstellt. Die Ergebnisse der Verbraucherumfrage veranschaulichen, dass Verbraucher aufgrund mangelnder Informationen Schwierigkeiten haben, den Textilsiegeln die richtige Bedeutung zuzuweisen. Als abschließende Zusammenfassung kann festgehalten werden, dass die Wirksamkeit von Textilsiegeln als Kommunikationsinstrument in der Praxis zum aktuellen Zeitpunkt unzureichend ist und eine umfangreiche Veränderung zu erwarten und vor allem notwendig ist.

Vor diesem Hintergrund liefern die Ergebnisse dieses Forschungsartikels einen wertvollen Beitrag zu Theorie und Praxis. Die relevanten Implikationen für die Praxis sind an diverse Adressaten gerichtet. Zum einen können Anregungspotenziale für die Nachfrageseite, genauer gesagt für den Verbraucher, abgeleitet werden. Der vorliegende Artikel dient als Ausgangspunkt, für die Modeverbraucher ein tieferes Verständnis der in Deutschland gängigen Textilsiegel aufzubauen. Hierbei ist es von essenzieller Bedeutung, dass sich die Verbraucher von dem „Fast Fashion“-Gedanken abwenden und Mode in einer neuen und vor allem nachhaltigen Art und Weise betrachten. Eine offene Haltung und ein grundsätzliches Interesse für Textilsiegel sollte eingenommen werden. Außerdem ist es die Aufgabe der Verbraucher, aktiv Informationen über Textilsiegel zu sammeln, um ihren eigenen Wissensstand zu verbessern. In diesem Zusammenhang können auch bereits gesammelte Erfahrungen aus einer anderen Branche auf Bekleidungsprodukte übertragen werden. Aufgrund der Neigung des menschlichen Verhaltens, andere Personen unbewusst zu kopieren, ist es sinnvoll, als Vorbild voranzugehen und das eigene Wissen über Textilsiegel im Umfeld bewusst zu teilen (Griskevicius et al., 2012). Zum anderen können Implikationen für die Angebotsseite abgeleitet werden. Angesichts der Tatsache, dass Textilsiegel mit großer Wahrscheinlichkeit bei der Kaufentscheidung berücksichtigt werden, sollten die Modehandelsunternehmen die Kennzeichnung von Bekleidungsprodukten mit Textilsiegeln weiter ausbauen. Schließlich stellen Siegel bislang eine der wenigen Möglichkeiten dar, die Verbraucher über nachhaltige Qualitätsstandards zu informieren. Weiterhin implizieren die Befunde, dass Siegel-Herausgeber neben dem Inhalt des Siegels großen Wert auf dessen physische Erscheinung legen sollten, denn Verbraucher, die rein objektiv von einem Logo angezogen werden, machen sich mit großer Wahrscheinlichkeit auch damit vertraut. Hinzu kommt, dass verschiedene visuelle Elemente bspw. bestimmte Symbole sowie Textelemente und Farben von der Gesellschaft mit einer bestimmten Bedeutung in Verbindung gebracht werden und diese somit die inhaltliche Interpretation vereinfachen (Branthwaite, 2002). Die genauere Betrachtung der Fairtrade-Siegel und des Blauen Engels verdeutlichen zudem, dass es vorteilhaft sein kann, Siegel nicht nur im Kontext von Bekleidungsprodukten zu verwenden, sondern über mehrere Branchen hinweg. Aufgrund des zunehmenden Trends für nachhaltiges Konsumentenverhalten wird es für die Angebotsseite immer entscheidender, die Einstellungen sowie Präferenzen der Verbraucher zu kennen (Henninger, 2015). Die in diesem Zusammenhang erarbeiteten Resultate können herangezogen werden, um sich über mögliche Einflussfaktoren des Verbraucherverhaltens sowie die Gründe der Attitude-Behaviour Gap klar zu werden und mögliche Lösungsansätze auszuarbeiten. Dies gilt gleichermaßen für die Modehandelsunternehmen, Siegel-Herausgeber, die Regierung, NGOs und auch für die Umweltschutzver-

bände. Eine weitere Handlungsempfehlung umfasst eine fundierte Kommunikationsstrategie für Textilsiegel. In diesem Zusammenhang sind Anstrengungen aller Akteure auf der Angebotsseite erforderlich. Eine Zusammenarbeit durch die Nutzung vereinter Ressourcen könnte hierbei von Vorteil sein (Gross et al., 2016; Langer, 2008).

In Bezug auf die inhaltliche Ausarbeitung des Artikels ist auf einige Limitationen hinzuweisen. Das Thema ist stark eingegrenzt, da ausschließlich Textilsiegel im Kontext der Textil- und Bekleidungsindustrie auf dem deutschen Markt berücksichtigt werden. Außerdem wird die Auswahl der Siegel auf Produktzertifikate beschränkt. Eigenmarken, Unternehmens- bzw. Multi-Stakeholder-Initiativen, die neben den Produktzertifikaten genauso die Zertifizierung von Nachhaltigkeit versprechen, werden somit nicht in Betracht gezogen (CIR, 2018). Zuletzt ist darauf hinzuweisen, dass der Fokus der Studie auf die Verbraucher gerichtet ist. Demnach wird die Perspektive der Angebotsseite z. B. der Modehandelsunternehmen nicht im Detail erfasst.

In Ergänzung der Limitationen folgen interessante Anknüpfungspunkte für die zukünftige Forschung. Eine mögliche Erweiterung des Artikels ergibt sich durch die Übertragung auf eine andere Branche oder ein anderes Land. Dies ermöglicht einen branchen- bzw. länderspezifischen Vergleich der Ergebnisse. Auch eine Längsschnittstudie zu mehreren Messzeitpunkten, die Perspektive der Angebotsseite oder die Auseinandersetzung mit Eigenmarken, Unternehmens- bzw. Multi-Stakeholder-Initiativen ist denkbar. In Anbetracht der Ergebnisse erscheint die intensive Berücksichtigung von Marketing-Kommunikationsstrategien sowie die Bereitstellung eines Leitfadens als sinnvoll.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es an der Zeit ist, das Potenzial von Textilsiegeln vollständig auszuschöpfen. Die Ergebnisse des Artikels unterstreichen in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit eines Zusammenspiels aller Marktakteure. Verbraucher sollten hierbei ihren nachhaltigen Konsum mithilfe von fundierten Informationen weiter ausbauen. Die Aufgabe der Akteure auf der Angebotsseite ist es, den nachhaltigen Konsum durch die Bereitstellung gekennzeichnete Bekleidungsprodukte zu ermöglichen und mithilfe von adäquaten Marketingstrategien bestmöglich zu unterstützen. Weg von dem Gedanken, dass das eigene Handeln bedeutungslos ist und alleine keine signifikante Wirkung erzielt wird, ist es demnach jeder Einzelne, der Eigenverantwortung wahrnehmen muss, um die Zukunft der Bekleidungsindustrie mitzubestimmen und langfristig zu verändern (Wiederhold/Martinez, 2018). Letztendlich ist die größte Gefahr für unseren Planeten der Glaube, dass jemand anderes ihn für uns rettet (Landmark Ventures, 2016).

5 Literaturverzeichnis

- Asdecker, B. (2014): *Retourenmanagement im Versandhandel: Theoretische und empirisch fundierte Gestaltungsalternativen für das Management von Retouren*, Bamberg.
- Aspers, P. (2008): Labelling fashion markets, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 32, H. 6, S. 633–638.
- Atanasoae, G. (2013): Eco-Label and its Role in the Development of Organic Products Market, in: *Economy Transdisciplinarity Cognition*, Jg. 16, H. 1, S. 122–129.
- Atkinson, L./Rosenthal, S. (2014): Signaling the Green Sell: The Influence of Eco-Label Source, Argument Specificity, and Product Involvement on Consumer Trust, in: *Journal of Advertising*, Jg. 43, H. 1, S. 33–45.
- Banz, C. (2015): Fast Fashion die Schattenseiten der Mode, in: Schulze, S./Banz, C. (Hrsg.): *Fast Fashion: Die Schattenseiten der Mode*, Hamburg, S. 10–15.
- Barnes, L./Lea-Greenwood, G. (2006): Fast fashioning the supply chain: shaping the research agenda, in: *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, Jg. 10, H. 3, S. 259–271.
- Becker, W./Botzkowski, T./Stradtman, M./Schmid, O. (2017): *Systematische Literaturanalyse als Werkzeug der Forschung*, Otto-Friedrich-Universität Bamberg.
- Bleda, M./Valente, M. (2009): Graded eco-labels: A demand-oriented approach to reduce pollution, in: *Technological forecasting and social change*, Jg. 76, H. 4, S. 512–524.
- Bonroy, O./Constantatos, C. (2014): On the Economics of Labels: How their Introduction Affects the Functioning of Markets and the Welfare of all Participants, in: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 97, H. 1, S. 239–259.
- Branthwaite, A. (2002): Investigating the power of imagery in marketing communication: evidence-based techniques, in: *Qualitative Market Research: An International Journal*, Jg. 5, H. 3, S. 164–171.
- Bray, J./Johns, N./Kilburn, D. (2011): An Exploratory Study into the Factors Impeding Ethical Consumption, in: *Journal of Business Ethics*, Jg. 98, H. 4, S. 597–608.
- Brécard, D. (2014): Consumer confusion over the profusion of eco-labels: Lessons from a double differentiation model, in: *Resource and energy economics*, Jg. 37, H. C, S. 64–84.
- Brécard, D. (2017): Consumer misperception of eco-labels, green market structure and welfare, in: *Journal of Regulatory Economics*, Jg. 51, H. 3, S. 340–364.
- Brink, A. (2013): *Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten: Ein prozessorientierter Leitfaden zur Erstellung von Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten*, Wiesbaden.

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2019): Umweltbewusstsein in Deutschland 2018. Abgerufen am 21.07.2020 von https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltbewusstsein_2018_bf.pdf.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2020): Grüner Knopf: Sozial. Ökologisch. Staatlich. Unabhängig Zertifiziert. Abgerufen am 31.08.2020 von <https://www.gruener-knopf.de/fuer-unternehmen>.
- Carrero, I./Valor, C. (2012): CSR-labelled products in retailers' assortment: A comparative study of British and Spanish retailers, in: *International Journal of Retail & Distribution Management*, Jg. 40, H. 8, S. 629–652.
- Chamorro, A./Bañegil, T. (2006): Green Marketing Philosophy: A Study of Spanish Firms with Ecolabels, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Jg. 13, H. 1, S. 11–24.
- Christliche Initiative Romero (CIR) (2018): Ein Wegweiser durch das Label-Labyrinth, Münster.
- Clemenz, G. (2010): Eco-Labeling and Horizontal Product Differentiation, in: *Environmental and Resource Economics*, Jg. 45, H. 4, S. 481–497.
- Connelly, B./Certo, S./Ireland, R./Reutzell, C. (2011): Signaling Theory: A Review and Assessment, in: *Journal of Management*, Jg. 37, H. 1, S. 39–67.
- Costa, S./Ibanez, L./Loureiro, M./Marette, S. (2009): Quality Promotion through Eco-Labeling: Introduction to the Special Issue, in: *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, Jg. 7, H. 2, S. 1–8.
- Cowe, R./Williams, S. (2000): *Who are the ethical consumers?*, Manchester.
- Cradle to Cradle Products Innovation Institute (C2CPII) (2021): *Cradle to Cradle: Products Innovation Institute*. Abgerufen am 26.08.2020 von <https://www.c2ccertified.org>.
- Czarnecki, J./Jönsson, K./Kuh, K. (2018): Crafting Next Generation Eco-Label Policy, in: *Environmental Law*, Jg. 48, H. 3, S. 409–452.
- D'Souza, C./Taghian, M./Lamb, P. (2006): An empirical study on the influence of environmental labels on consumers, in: *Corporate communications: an international journal*, Jg. 11, H. 2, S. 162–173.
- D'Souza, C./Taghian, M./Lamb, P./Peretiatko, R. (2007): Green decisions: demographics and consumer understanding of environmental labels, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 31, H. 4, S. 371–376.
- Dangelico, R. (2017): What Drives Green Product Development and How do Different Antecedents Affect Market Performance? A Survey of Italian Companies with Eco-Labels, in: *Business Strategy and the Environment*, Jg. 26, H. 8, S. 1144–1161.

- De Pelsmacker, P./Driesen, L./Rayp, G. (2005): Do Consumers Care about Ethics? Willingness to Pay for Fair-Trade Coffee, in: *Journal of consumer affairs*, Jg. 39, H. 2, S. 363–385.
- Denyer, D./Tranfield, D. (2009): Producing a systematic review, in: Buchanan, D./Bryman, A. (Hrsg.): *The Sage Handbook of Organizational Research Methods*, London u. a., S. 671–689.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) (2021): Nachhaltig einkaufen. Siegel verstehen. Einen Beitrag leisten. Abgerufen am 21.08.2020 von <https://www.siegelklarheit.de>.
- Dickson, M. (2000): Personal Values, Beliefs, Knowledge, and Attitudes Relating to Intentions to Purchase Apparel from Socially Responsible Businesses, in: *Clothing and Textiles Research Journal*, Jg. 18, H. 1, S. 19–30.
- Die VERBRAUCHER INITIATIVE e.V. (Bundesverband) (2021): Europäisches Umweltzeichen. Abgerufen am 22.08.2020 von <https://label-online.de/suche/f0/sector%3ABekleidung%20und%20Schuhe/>.
- Döring, N./Bortz, J. (2016): *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, Berlin u. a.
- Draxlerová, M./Rusko, M./Kuracina, M. (2015): Labelling of textile products from the perspective of quality, maintenance, safety and environment, in: *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, Jg. 23, H. 36, S. 57–64.
- Ecolabel Index (2021): ECOLABEL INDEX. Abgerufen am 05.04.2021 von <http://www.ecolabelindex.com>.
- Fair Trade e.V. (2001): *Im Zeichen der Nachhaltigkeit: Verknüpfung von Öko- & Fair Trade-Initiativen: Produkte, Firmen und Organisationen Handeln im Agenda 21-Prozeß*, Wuppertal.
- Fiebrig, S. (2018): Die textile Lieferkette als Herausforderung für Unternehmen und Politik, in: Heinrich, P. (Hrsg.): *CSR und Fashion: Nachhaltiges Management in der Bekleidungs- und Textilbranche*, Berlin u. a., S. 1–12.
- Galarraga Gallastegui, I. (2002): The use of eco-labels: a review of the literature, in: *European Environment*, Jg. 12, H. 6, S. 316–331.
- Gam, H./Ma, Y./Banning, J. (2014): Socially Responsible Apparel Labels: Effects on Fashionable Shoppers, in: *Family and Consumer Sciences Research Journal*, Jg. 42, H. 3, S. 292–305.
- Genç, E. (2013): An Analytical Approach to Greenwashing: Certification Versus Noncertification, in: *Journal of Management & Economics*, Jg. 20, H. 2, S. 151–175.
- Gertz, R. (2005): Eco-labelling – a case for deregulation?, in: *Law, Probability and Risk*, Jg. 4, H. 3, S. 127–141.

- Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e.V. (Gesamtverband textil+mode) (2018): Mit jeder Faser intelligent: 2018: Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen. Abgerufen am 21.07.2020 von https://www.verband-textil-bekleidung.de/fileadmin/Daten/Rundschreiben-Wirtschaft/RS-2017-Wirtschaftspolitik/zahlen2017_web.pdf.
- Global Standard gGmbH (2020): Global Organic Textile Standard. Abgerufen am 24.08.2020 von <https://www.global-standard.org>.
- Gołaszewska-Kaczan, U./Kruk, M./Śleszyńska-Świdorska, A. (2015): Eco-Labeling as a Tool of CSR: Opportunities and Threats, in: OPTIMUM.STUDIA EKONOMICZNE, Jg. 5, H. 77, S. 179–192.
- Goswami, P. (2008): Is the urban Indian consumer ready for clothing with eco-labels?, in: International journal of consumer studies, Jg. 32, H. 5, S. 438–446.
- Grankvist, G./Dahlstrand, U./Biel, A. (2004): The Impact of Environmental Labeling on Consumer Preference: Negative vs. Positive Labels, in: Journal of Consumer Policy, Jg. 27, H. 2, S. 213–230.
- Greenpeace e.V. (2018): Textil-Siegel im Greenpeace-Check. Abgerufen am 24.08.2020 von <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/e01211-greenpeace-chemie-einkaufsratgeber-textil-siegel-2018.pdf>.
- Griskevicius, V./Cantú, S./Van Vugt, M. (2012): The Evolutionary Bases for Sustainable Behavior: Implications for Marketing, policy, and Social Entrepreneurship, in: Journal of Public Policy & Marketing, Jg. 31, H. 1, S. 115–128.
- Gross, S./Wilson, P./Zhang, J./Shao, C./Dubinsky, A. (2016): Selected Antecedents of Consumer Attitude toward a Product in an Eco-Label Context, in: International Journal of Business and Management, Jg. 11, H. 5, S. 33–43.
- Gruère, G. (2015): An Analysis of the Growth in Environmental Labelling and Information Schemes, in: Journal of Consumer Policy, Jg. 38, H. 1, S. 1–18.
- Hansen, U./Kull, S. (1994): Öko-label als umweltbezogenes Informationsinstrument: Begründungszusammenhänge und Interessen, in: Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis, Jg. 16, H. 4, S. 265–274.
- Hartlieb, S./Jones, B. (2009): Humanising Business Through Ethical Labelling: Progress and Paradoxes in the UK, in: Journal of Business Ethics, Jg. 88, H. 3, S. 583–600.
- Henninger, C. (2015): Traceability the New Eco-Label in the Slow-Fashion Industry?—Consumer Perceptions and Micro-Organisations Responses, in: Sustainability, Jg. 7, H. 5, S. 6011–6032.
- Howard, P./Allen, P. (2006): Beyond organic: consumer interest in new labelling schemes in the Central Coast of California, in: International Journal of Consumer Studies, Jg. 30, H. 5, S. 439–451.

- Hustvedt, G./Bernard, J. (2008): Consumer willingness to pay for sustainable apparel: the influence of labelling for fibre origin and production methods, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 32, H. 5, S. 491–498.
- Hustvedt, G./Bernard, J. (2010): Effects of social responsibility labelling and brand on willingness to pay for apparel, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 34, H. 6, S. 619–626.
- Jin, J./Zhao, Q./Santibanez-Gonzalez, E. (2020): How Chinese Consumers' Intentions for Purchasing Eco-Labeled Products Are Influenced by Psychological Factors, in: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Jg. 17, H. 1, S. 265–281.
- Kaiser, A. (1996): *Ökologiebezogene Produktkennzeichnung – Entstehung, Hintergrund, Anforderungen: Dargestellt am Markenzeichen „Textilen Vertrauen – Schadstoffgeprüfte Textilien nach Öko-Tex-Standard 100“ als umweltbezogenes Informationsinstrument*, Kassel.
- Karstens, B./Belz, F. (2006): Information asymmetries, labels and trust in the German food market: A critical analysis based on the economics of information, in: *International Journal of Advertising*, Jg. 25, H. 2, S. 189–211.
- Koszevska, M. (2011): Social and Eco-labelling of Textile and Clothing Goods as Means of Communication and Product Differentiation, in: *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, Jg. 19, H. 4, S. 20–26.
- Kuhn, M. (1999): *Green Lemons-Environmental Labels and Entry into an Environmentally Differentiated Market under Asymmetric Information*, Thünen-Series of Applied Economic Theory-Working Paper, No. 20, Universität Rostock.
- Landmark Ventures (2016): The greatest threat to our planet is the belief that someone else will save it. Abgerufen am 09.11.2020 von <https://www.youtube.com/watch?v=su0-8-yA-3M>.
- Langer, A./Eisend, M./Kuß, A. (2008): Zu viel des Guten? Zum Einfluss der Anzahl von Ökolabels auf die Konsumentenverwirrtheit, in: *Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis*, Jg. 30, H. 1, S. 19–28.
- Liebrich, S./Dostert, E. (2011): *Umweltverschmutzung in Textilbranche: Giftige Wäsche*. Abgerufen am 21.07.2020 von <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/umweltverschmutzung-in-der-textilbranche-giftige-waesche-1.1133776>.
- Ma, Y./Gam, H./Banning, J. (2017): Perceived ease of use and usefulness of sustainability labels on apparel products: application of the technology acceptance model, in: *Fashion and Textiles*, Jg. 4, H. 1, S. 1–20.
- Malik, A./Khan, S. (2014): Environmental and Health Effects of Textile Industry Wastewater, in: Malik, A./Grohmann, E./Akhtar, R. (Hrsg.): *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and Anthropogenic Determinants*, Dordrecht u. a, S. 55–71.

- Nelson, P. (1970): Information and Consumer Behavior, in: *Journal of political economy*, Jg. 78, H. 2, S. 311–329.
- OEKO-TEX® Service GmbH (2021): OEKO-TEX® INSPIRING CONFIDENCE. Abgerufen am 01.09.2020 von <https://www.oeko-tex.com/de/>.
- Pedersen, E./Neergaard, P. (2006): Caveat Emptor – Let the Buyer Beware! Environmental Labelling and the Limitations of ‘Green’ Consumerism, in: *Business strategy and the Environment*, Jg. 15, H. 1, S. 15–29.
- Radunski, M. (2013): Textilarbeiter unter Trümmern. Abgerufen am 21.07.2020 von <https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ungluecke/bangladesh-textilarbeiter-unter-truemmern-12160303.html>.
- RAL gGmbH (2019): Blauer Engel: Das Umweltzeichen. Gut für mich. Gut für die Umwelt. Abgerufen am 16.07.2020 von <https://www.blauer-engel.de/de>.
- RAL gGmbH (2021): EU Ecolabel. Abgerufen am 29.08.2020 von <https://eu-ecolabel.de>.
- Rex, E./Baumann, H. (2007): Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing, in: *Journal of cleaner production*, Jg. 15, H. 6, S. 567–576.
- Sammer, K./Wüstenhagen, R. (2006): The influence of Eco-Labelling on Consumer Behaviour—Results of a Discrete Choice Analysis for Washing Machines, in: *Business Strategy and the Environment*, Jg. 15, H. 3, S. 185–199.
- Santos-Roldán, L./Palacios-Florencio, B./Berbel-Pineda, J. (2020): The textile products labelling analysis and requirements, in: *Fashion and Textiles*, Jg. 7, H. 1, S. 1–24.
- Shaw, D./Shiu, E./Hassan, L./Bekin, C./Hogg, G. (2007): Intending To Be Ethical: An Examination of Consumer Choice in Sweatshop Avoidance, in: *Advances in Consumer Research*. Association for Consumer Research, Jg. 34, S. 1–24.
- Shen, J. (2012): Understanding the Determinants of Consumers’ Willingness to Pay for Eco-Labeled Products: An Empirical Analysis of the China Environmental Label, in: *Journal of Service Science and Management*, Jg. 5, H. 1, S. 87–94.
- Shen, J./Sakata, Y./Hashimoto, Y. (2008): Is individual environmental consciousness one of the determinants in transport mode choice?, in: *Applied Economics*, Jg. 40, H. 10, S. 1229–1239.
- Sigit, D./Fauziah, R./Heryanti, E. (2017): The impact of ecolabel knowledge to purchase decision of green producton biology students, in: *AIP Conference Proceedings*, 1868, H. 1, 100009, S. 1–8.
- Sønderskov, K./Daugbjerg, C. (2011): The state and consumer confidence in eco-labeling: organic labeling in Denmark, Sweden, The United Kingdom and The United States, in: *Agriculture and human values*, Jg. 28, H. 4, S. 507–517.

- Spence, M. (1973): Job Market Signaling, in: *The Quarterly Journal of Economics*, Jg. 87, H. 3, S. 355–374.
- Spence, M. (2002): Signaling in Retrospect and the Informational Structure of Markets, in: *American Economic Review*, Jg. 92, H. 3, S. 434–459.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021a): Bevölkerung nach Altersgruppen (ab 1950). Abgerufen am 04.10.2020 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-altersgruppen.html>.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021b): Bevölkerung nach Bundesländern. Abgerufen am 04.10.2020 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/bevoelkerung-nicht-deutsch-laender.html>.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021c): Bevölkerung nach Geschlecht und Staatsangehörigkeit. Abgerufen am 13.10.2020 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit-2020.html>.
- Steiner, E./Benesch, M. (2018): *Der Fragebogen: Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*, Wien.
- Tang, E./Fryxell, G./Chow, C. (2004): Visual and Verbal Communication in the Design of Eco-Label for Green Consumer Products, in: *Journal of International Consumer Marketing*, Jg. 16, H. 4, S. 85–105.
- Taufique, K./Polonsky, M./Vocino, A./Siwar, C. (2019): Measuring consumer understanding and perception of eco-labelling: Item selection and scale validation, in: *International journal of consumer studies*, Jg. 43, H. 3, S. 298–314.
- Taufique, K./Siwar, C./Chamhuri, N./Sarah, F. (2016): Integrating General Environmental Knowledge and Eco-Label Knowledge in Understanding Ecologically Conscious Consumer Behavior, in: *Procedia Economics and Finance*, Jg. 37, S. 39–45.
- Taufique, K./Siwar, C./Talib, B./Sarah, F./Chamhuri, N. (2014): Synthesis of Constructs for Modeling Consumers' Understanding and Perception of eco-labels, in: *Sustainability*, Jg. 6, H. 4, S. 2176–2200.
- Taufique, K./Vocino, A./Polonsky, M. (2017): The influence of eco-label knowledge and trust on pro-environmental consumer behaviour in an emerging market, in: *Journal of Strategic Marketing*, Jg. 25, H. 7, S. 511–529.
- Teisl, M./Rubin, J./Noblet, C. (2008): Non-dirty dancing? Interactions between eco-labels and consumers, in: *Journal of Economic Psychology*, Jg. 29, H. 2, S. 140–159.

- Testa, F./Iraldo, F./Vaccari, A./Ferrari, E. (2015): Why eco-labels can be Effective Marketing Tools: Evidence from a Study on Italian consumers, in: *Business Strategy and the Environment*, Jg. 24, H. 4, S. 252–265.
- Textile One GmbH (2018): Eco Label Zertifikat. Abgerufen am 22.08.2020 von <https://textile-one.de/pages/eco-label-zertifikat>.
- Thøgersen, J. (2000): Psychological Determinants of Paying Attention to Eco-Labels in Purchase Decisions: Model Development and Multinational Validation, in: *Journal of consumer policy*, Jg. 23, H. 3, S. 285–313.
- Thøgersen, J./Haugaard, P./Olesen, A. (2010): Consumer responses to ecolabels, in: *European Journal of Marketing*, Jg. 44, H. 11/12, S. 1787–1810.
- TransFair e.V.– Verein zur Förderung des Fairen Handels in der Einen Welt (o. J.): Fairtrade-Deutschland. Abgerufen am 28.08.2020 von <https://www.fairtrade-deutschland.de>.
- Valor, C./Carrero, I./Redondo, R. (2014): The Influence of Knowledge and Motivation on Sustainable Label Use, in: *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, Jg. 27, H. 4, S. 591–607.
- Van Amstel, M./Driessen, P./Glasbergen, P. (2008): Eco-labeling and information asymmetry: a comparison of five eco-labels in the Netherlands, in: *Journal of Cleaner Production*, Jg. 16, H. 3, S. 263–276.
- Van der Merwe, D./Bosman, M./Ellis, S./Van der Colff, N./Warnock, M. (2014): Consumers' knowledge of textile label information: an exploratory investigation, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 38, H. 1, S. 18–24.
- Wahnbaeck, C. (2019): Schadstoffe auf der Haut: Diese Siegel garantieren giffreie Kleidung. Abgerufen am 22.08.2020 von <https://utopia.de/ratgeber/siegel-kleidung-textilien-ohne-gift-textilratgeber-greenpeace/>.
- Werde (2021): Die wichtigsten Siegel für nachhaltige Mode. Abgerufen am 22.08.2020 von <https://werde-magazin.de/siegel-fuer-nachhaltige-textilien/>.
- Werner, M. (o.J): Die Grössten Bekleidungseinzelhändler in Deutschland 2018. Abgerufen am 12.08.2020 von <https://www.textilwirtschaft.de/news/media/16/Di-grte-Bekleidungseinzelhndle-i-Deutschlan-201-158220.pdf>.
- Wiederhold, M./Martinez, L. (2018): Ethical consumer behaviour in Germany: The attitude.behaviour gap in the green apparel industry, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 42, H. 4, S. 419–429.
- Wikipedia (2010): Datei: Blauer-Engel-1st-Logo JuryUmweltzeichen MenschUmwelt.svg. Abgerufen am 22.08.2020 von https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:BE_Logo_JuryUmweltzeichen_MenschUmwelt.svg.
- Yokessa, M./Marette, S. (2019): A Review of Eco-Labels and their Economic Impact, in: *International Review of Environmental and Resource Economics*, Jg. 13, H. 1–2, S. 119–163.

Zaman, A./Miliutenko, S./Nagapetan, V. (2010): Green marketing or green wash?: A comparative study of consumers' behavior on selected Eco and Fair trade labeling in Sweden, in: *Journal of Ecology and the Natural Environment*, Jg. 2, H. 6, S. 104–111.

Žurga, Z./Forte, P. (2014): Apparel Purchasing with Consideration of Eco-labels among Slovenian Consumers, in: *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, Jg. 5, H. 107, S. 20–27.

CO₂-Label bei Konsumgütern – eine empirische Studie zu Akzeptanz und Mehrwert aus Sicht der Konsumenten

Andrea Kramer

Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg

Eric Sucky

Lehrstuhl für BWL, insb. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg, eric.sucky@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	230
2	Klimabezogene Produktkennzeichnungen	232
3	Wirkung von CO ₂ -Labeln auf den Konsumenten: eine Literaturanalyse.....	239
4	Wirkung von CO ₂ -Labeln auf den Konsumenten: eine empirische Studie....	241
5	Schlussbetrachtung	251
6	Literaturverzeichnis	251

Abstract:

Im Zuge des Klimawandels ist die Diskussion über die Reduzierung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) allgegenwärtig. Entsprechende Produktkennzeichnungen können dem Verbraucher eine Entscheidungshilfe geben oder gar Kaufanreize setzen. Sowohl bei PKW als auch Elektrogeräten ist beispielsweise eine Kennzeichnung der Energieeffizienz gesetzlich vorgeschrieben. Es stellt sich die Frage, ob solche Etikettierungen auch auf Konsumgütern, wie Kleidung oder Lebensmitteln, sinnvoll sind. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, ob und wie Verbraucher eine Kennzeichnung über den bei der Herstellung eines Konsumgüterartikels anfallenden CO₂-Ausstoß als absolute Zahl in Form eines Labels annehmen.

JEL Classification: Q0, Q51, Q56

Keywords: Klimawandel, CO₂-Kennzeichnung, empirische Forschung.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Das Konsumverhalten der Verbraucher kann einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von klimaschädlichen Treibhausgasen leisten (Koene et al. 2014, S. 414). Entsprechende Produktkennzeichnungen können dem Konsumenten eine Entscheidungshilfe geben oder gar Kaufanreize setzen. Die britische Einzelhandelskette Tesco zeigte mit der Einführung eines CO₂-Labels für einen Teil seines Sortiments, dass eine Umsetzung zwar aufwändig, aber machbar ist (Vaughan 2012). Auf dem Label wird in Gramm aufgeführt, wie viele Emissionen bei der Herstellung eines Produkts ausgestoßen werden (Höfinghoff 2007). Auch wenn die Konsumenten dieses Projekt durchaus positiv bewerteten (Gadema/Oglethorpe 2011, S. 821), wurde es nicht weiterverfolgt, da einerseits andere Handelsunternehmen nicht nachzogen und andererseits der Aufwand zur Messung und Gewinnung der Daten zu groß war (Vaughan 2012).

Eine Studie im Auftrag des Versandhandelsunternehmens OTTO zeigt, wie viel CO₂-Ausstoß ein T-Shirt aus Baumwolle verursacht (Dahlmeier 2009). Abbildung 1 zeigt, dass mehr als die Hälfte der insgesamt anfallenden elf Kilogramm CO₂-Emissionen auf Herstellung, Anbau und Distribution zurückzuführen sind. Der Herstellungsprozess verursacht 28 Prozent der gesamten Klimabelastung des Kleidungsstückes, wobei besonders viel Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz in den Abläufen der Näherei aufgedeckt wurden (Dahlmeier 2009).

CO₂ Emissionen eines Oberteils
aus 100 % Baumwolle mit einem
Gewicht von 220 g

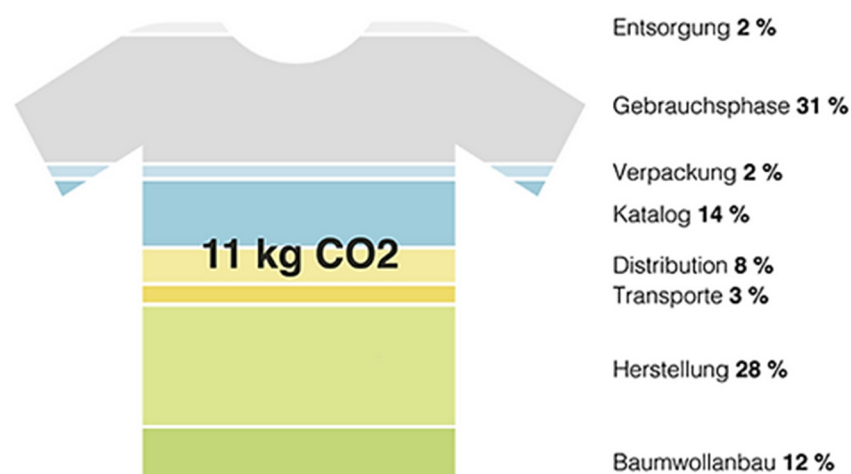


Abbildung 1: CO₂-Emissionen eines T-Shirts (Quelle: <https://www.polarstern-energie.de/magazin/artikel/so-viel-energie-steckt-in-einem-t-shirt-wirklich/>)

Eine weitere Studie der TU Berlin zeigt jedoch, dass das Treibhauspotenzial eines 150 Gramm schweren, weißen T-Shirts aus Baumwolle, von der Herstellung über das 44-malige Waschen und Trocknen bis hin zur Entsorgung einer Menge von 3,7 Kilogramm CO₂ entspricht (Lehmann et al. 2019). Diese beiden Beispiele zeigen bereits die Probleme und Schwierigkeiten bei der Messung des CO₂-Ausstoßes eines Konsumguts. Obwohl es sich in beiden Fällen um weiße T-Shirts handelt, resultiert der unterschiedliche CO₂-Ausstoß u. a. aus dem unterschiedlichen Gewicht und der Berücksichtigung von Wasch- und Trocknervorgängen während Nutzungsdauer. Unabhängig davon fokussiert der vorliegende Beitrag auf die Wirkung von CO₂-Labels auf den Konsumenten. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, ob und wie Verbraucher eine Kennzeichnung über den bei der Herstellung von Konsumgütern anfallenden CO₂-Ausstoß als absolute Zahl in Form eines Labels annehmen.

1.2 Zielsetzung

In Deutschland existieren mehr als 1000 verschiedene Label oder Siegel, die meisten davon im Lebensmittelbereich (Hubschmid 2017). Oftmals erzeugen diese Kennzeichnungen jedoch mehr Verwirrung, anstatt zur Erleichterung der Kaufentscheidung beizutragen. Mögliche Gründe sind (1) irreführende Label, (2) unklare Bedeutungen und Aussagen, (3) zu komplizierte Gestaltung der Label oder (4) mangelnde Abgrenzung zu anderen Kennzeichnungen (Eberle 2011). Des Weiteren führt die Verbreitung von Umweltzeichen häufig zu einem Informationsüberschuss, was zu größerer Verwirrung und sogar Skepsis gegenüber solchen Kennzeichnungen führt (Ibanez 2016).

Aufgrund der Flut und Komplexität von Produktkennzeichnungen ist es notwendig, eine potenzielle Kennzeichnung von CO₂-Emissionen für Konsumgüter zu untersuchen. Ziel dieser Analyse ist es, herauszufinden, ob ein Emissionslabel mit einer absoluten Anzahl in Gramm für den Verbraucher trotz der Vielzahl an Informationen hilfreich ist. Aus dieser Zielsetzung lässt sich die zentrale Forschungsfrage ableiten: Wird ein CO₂-Label auf Konsumgütern angenommen und welchen Mehrwert bietet es?

Auf Basis einer motivierenden, unstrukturierten Literaturanalyse wird eine empirische Studie durchgeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse über die Akzeptanz und den Mehrwert einer Kennzeichnung zu Emissionswerten sollen beteiligten Akteuren bei der Entscheidung über die Einführung eines solchen Labels unterstützen. Zum besseren Verständnis werden zunächst Klimakennzeichnungen für Konsumgüter vorgestellt und kategorisiert.

2 Klimabezogene Produktkennzeichnungen

Es existiert eine Vielzahl an Etiketten, welche sich auf das Klima beziehen. Im Folgenden soll eine Auswahl bekannter Siegel vorgestellt werden. Dabei sollen nicht alle vorhandenen Kennzeichnungen aufgeführt werden, sondern es erfolgt ein Überblick über grundsätzliche Typen der Produktkennzeichnung, anhand derer relevante Aspekte für ein mögliches CO₂-Label erörtert werden. Eine mögliche Gruppierung bestehender Klimakennzeichnungen unterteilt nach drei Kategorien: (1) der Kennzeichnung durch Symbole oder Worte sowie (2) der Kennzeichnung durch relative und (3) absolute Kennzahlen.

2.1 Kennzeichnung durch Symbole oder Worte

Generell kennzeichnen Umweltzeichen besondere Umwelteigenschaften von Produkten oder Dienstleistungen. Es gibt Label, die sich auf Einzelaspekte konzentrieren oder solche, die mehrere Umweltaspekte berücksichtigen. Hinsichtlich der Berechnung und Art der Kennzeichnung besteht eine Vielzahl an Herangehensweisen, auch Lösungen einzelner Unternehmen. Es existieren Ansätze, die Artikel einer Produktgruppe mit einem Siegel zu kennzeichnen, die am umweltfreundlichsten sind (BMU/BDI 2010, S. 46–49). Ferner gibt es Kennzeichnungen, die auf die Reduktion von CO₂-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette hinweisen (Walter/Schmidt 2008, S. 177). Einige Unternehmen verwenden den Begriff „klimaneutral“. Als klimaneutral und damit als ökologisch nachhaltig kann ein Produkt oder eine Dienstleistung bezeichnet werden, wenn durch deren Konsum das atmosphärische Gleichgewicht nicht verändert wird, d. h. wenn durch sie kein Netto-Ausstoß von Treibhausgasen (Kohlenstoffdioxid, Methan, Distickstoffoxid, Fluorkohlenwasserstoff, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid) entsteht. Aufgrund der starken umweltschädigenden Wirkung von CO₂ (Kohlenstoffdioxid) sowie der Möglichkeit die klimaschädigende Wirkung anderer Treibhausgase in die Wirkung einer entsprechenden Quantität CO₂ umzurechnen (CO₂-Äquivalente), wird eine CO₂-Neutralität angestrebt. Ein Produkt oder eine Dienstleistung kann somit als CO₂-neutral bezeichnet werden, wenn mit deren Konsum kein Ausstoß von Kohlenstoffdioxid (und entsprechender CO₂-Äquivalente) verbunden ist oder das ausgestoßene CO₂ an anderer Stelle eingespart wird (Klimakompensation). Klimaschutz-Projekte zum Zweck der Klimakompensation können die Errichtung von Anlagen betreffen, die keine klimarelevanten Gase ausstoßen, z. B. Methanvermeidungsanlagen oder Windkraftanlagen. Andere Projekte fokussieren darauf, der Atmosphäre dauerhaft Treibhausgase zu entziehen, z. B. durch Aufforstung von Wäldern. Labels, die den Begriff „klimaneutral“ verwenden, fokussieren somit darauf, dass mit dem Kauf des Produktes kein weiterer Beitrag zur Erhöhung der Emissionen erbracht wurde (Walter/Schmidt 2008, S. 178).

Neben Kennzeichnungen, die die Treibhausgasbilanz erfassen, existieren auch etablierte Umweltlabel mit Schwerpunkt Klimaschutz. Es werden Vergabekriterien bezüglich der Klimarelevanz für Produktgruppen definiert, um daraufhin die Besten in einer Produktgruppe auszuzeichnen. Zusammenfassend lässt sich darlegen, dass all diese Attribute mit einem Symbol, Bild oder kurzen Worten versehen sind. Eine genaue Angabe des Fußabdrucks, Zahlen oder Vergleichswerte sind dem Verbraucher auf den ersten Blick nicht ersichtlich.

Blauer Engel – Das Umweltzeichen

Der Blaue Engel wurde 1978 als weltweit erstes Umweltzeichen eingeführt und markiert seitdem Produkte und Dienstleistungen, welche nachweislich umweltfreundlich sind. Hauptfokus des Zeichens besteht darin, Produkte und Dienstleistungen auszuzeichnen, die besonders nachhaltig produziert werden und die der Umwelt weniger Schaden zuführen als vergleichbare Artikel. Zudem sollen die Produkte länger nutzbar, gut recycelbar und im Gebrauch umweltschonend sein. Träger des freiwilligen Zeichens ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, wobei das Umweltbundesamt produktspezifische Anforderungen entwickelt (www.blauer-engel.de). Nicht nur in Deutschland genießt das Zeichen breite Bekanntheit, auch in anderen europäischen Ländern ist es das meist akzeptierteste Umweltlabel (Munasinghe et al. 2009, S. 46).

Die Bewertung erfolgt anhand einer ganzheitlichen Betrachtung des Produktlebenszyklus, indem sämtliche Aspekte zur potenziellen Reduzierung der Umweltbelastung beleuchtet werden. Da beim Blauen Engel eine integrierte, umfassende Umweltbewertung erfolgt, wird sie als effektiver angesehen als die reine Energieeffizienzzeichnung (BMU/BDI 2010, S. 51). Kritisch anzusehen ist jedoch, dass ein Erzeugnis in seiner Produktgruppe umweltschonender sein muss als andere (Keller 2018), d. h. ein Artikel muss nicht z. B. komplett schadstofffrei sein, sondern lediglich besser als sonstige in diesem Bereich.



Abbildung 2: Blauer Engel – Das Umweltzeichen

(Quelle: <https://www.blauer-engel.de/de/blauer-engel/unser-zeichen-fuer-die-umwelt>)

GoGreen

Die Deutsche Post DHL Group bietet mit dem GoGreen Service eine klimaneutrale Versandoption. Dabei werden die Emissionen, die für einen Transport anfallen, berechnet und beispielsweise durch entsprechende Klimaschutzprojekte ausgeglichen.



Abbildung 3: GoGreen Logo (Quelle: <https://www.dpdl-brands.com/dhl/de/guides/co-and-additional-branding/group-initiatives/gogreen.html>)

Als Logistikunternehmen sieht sich DHL vor einer großen Herausforderung, denn die Verteilung in der Fläche kann bisher noch nicht ohne den Ausstoß von Treibhausgasemissionen erfolgen. Sicherlich sollten die Emissionen von Grund auf vermieden werden, anstatt nur eine Entschädigung zu erbringen. Jedoch bietet DHL mit Lastenfahrrädern oder Elektrofahrzeugen bereits Ansätze für einen klimafreundlichen Versand. Bei nicht vermeidbaren Emissionen wird versucht, durch den Kauf von CO₂-Gutschriften einen Ausgleich zu schaffen (Wirag 2019). Der Begriff „klimaneutral“ bedeutet somit lediglich, dass etwas keinen Effekt auf das Klima hat und dass i. d. R. an anderer Stelle Emissionen eingespart werden (Mau 2019).

approved by climatop

Das Siegel approved by climatop der Stiftung myclimate (www.myclimate.org) nimmt den CO₂-Fußabdruck als Grundlage, um die besten Waren einer Produktgruppe mit einem Siegel auszuzeichnen. Der CO₂-Fußabdruck (carbon footprint) ist ein Maß für den Gesamtbetrag von CO₂-Emissionen, der direkt bzw. indirekt durch Aktivitäten oder Lebensstadien von Produkten oder Personen entstehen bzw. verursacht werden. Mit dem Label approved by Climatop werden Produkte versehen, die mindestens 20 Prozent besser abschneiden als vergleichbare Artikel.



Abbildung 4: approved by climatop Label

(Quelle: <https://www.myclimate.org/de/aktiv-werden/firmenkunden/climatop-label/>)

2.2 Relative Kennzeichnung

Kennzeichnungen mit relativer Berechnungsgrundlage unterliegen der Abhängigkeit zu einem bestimmten Parameter und ermöglichen einen Vergleich zu gleichwertigen Produkten.

EU-Energielabel

Das seit 1994 bestehende Energielabel wird durch eine farbige Skala von A (höchste Effizienz, grün) bis G (geringste Effizienz, rot) ausgedrückt und unter anderem auf Haushaltsgeräten abgebildet (Europäische Union 2018). Es erfolgt eine Klassifizierung von Produkten nach ihrer Energieeffizienz im Vergleich mit einem Standardgerät. Die Kennzeichnung ist verpflichtend für eine Reihe von energieverbrauchsrelevanten Produkten, wie Klimaanlage, Kühlschränke oder Lampen, die in der EU produziert oder verkauft werden (Europäische Union 2019). Positiv anführen lässt sich die Einheitlichkeit des Symbols für ganz Europa und die einfach zu verstehende Farbskala. Da es sich bei der Effizienzklasse aber um eine relative Größe beziehend auf die Leistung handelt, sollten die Verbraucher ebenfalls die weiteren Details auf dem Label berücksichtigen, denn neben der Skala sind auch gerätespezifische Informationen abgebildet, wie zum Beispiel beim Kühlschrank eine Milchtüte, die für das Kühlvolumen steht. Das Etikett der Energieeffizienzklassen wird nicht von einer externen Stelle zugewiesen, sondern der Hersteller oder Händler hat selbst die Befugnis, es anzubringen (Utopia 2019).

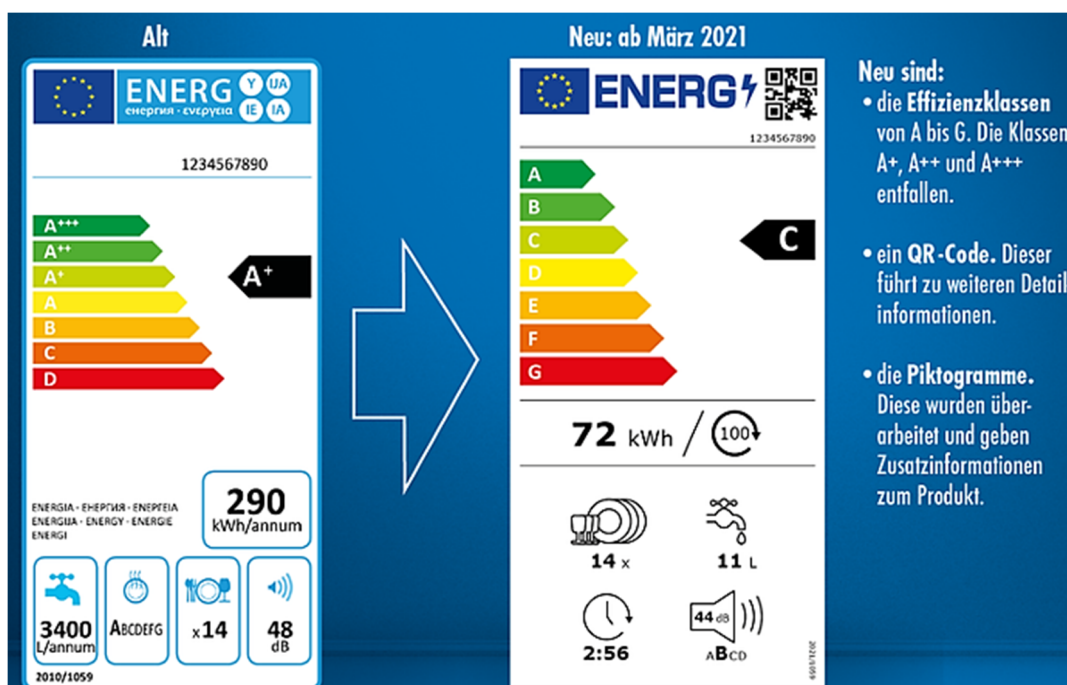


Abbildung 5: Neues EU-Energielabel am Beispiel eines Geschirrspülers

(Quelle: <https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/A-label-uebersicht.html>)

Seit März 2021 gibt es für einige Geräte ein neues EU-Energielabel, da sich in mehreren Produktgruppen fast alle Geräte in den obersten Effizienzklassen befinden und Effizienzunterschiede für Verbraucher nicht mehr zu erkennen sind. Die bisherigen Plus-Klassen A+ bis A+++ entfallen und die Einteilung reicht von A bis G. Piktogramme geben Zusatzinformationen zu spezifischen Produkteigenschaften wie Fassungsvermögen, Bildschirmdiagonale, Lautstärke oder Wasserverbrauch.

PKW-Effizienzlabel

Ein dem EU-Energielabel ähnliches Symbol gilt seit 2011 für PKW als Pflichtkennzeichnung über den Kraftstoff- und Energieverbrauch. Auch hier markieren farbige Balken in grün, gelb oder rot, ob ein Wagen effizient ist oder nicht (ADAC 2019). Die Einteilung der Klassen erfolgt anhand eines Referenzwertes und in Abhängigkeit des Gewichts. Sofern der Ausstoß geringer als der Bezugswert ist, erfolgt eine Einordnung in eine bessere Effizienzklasse. Bei diesem Label handelt es sich ebenfalls um eine relative Größe, denn der CO₂-Bedarf eines PKW wird im Verhältnis zu dessen Masse angegeben (Sommer 2017).

Information über Kraftstoffverbrauch, CO ₂ -Emissionen und Stromverbrauch i. S. d. Pkw-EnVKV		
Marke:	Kraftstoff:	
Modell:	andere Energieträger:	
Leistung:	Masse des Fahrzeugs:	
Kraftstoffverbrauch	kombiniert:	/100 km
	innerorts:	/100 km
	außerorts:	/100 km
CO₂-Emissionen	kombiniert:	g/km
Stromverbrauch	kombiniert:	kWh/100 km
<small>Die angegebenen Werte wurden nach vorgeschriebenen Messverfahren (§ 2 Nrn. 5, 6, 6a Pkw-EnVKV in der gegenwärtig geltenden Fassung) ermittelt. CO₂-Emissionen, die durch die Produktion und Bereitstellung des Kraftstoffes bzw. anderer Energieträger entstehen, werden bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen gemäß der Richtlinie 1999/94/EG nicht berücksichtigt. Die Angaben beziehen sich nicht auf ein einzelnes Fahrzeug und sind nicht Bestandteil des Angebotes, sondern dienen allein Vergleichszwecken zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen.</small>		
<small>Hinweise nach Richtlinie 1999/94/EG: Der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen eines Fahrzeugs hängen nicht nur von der effizienten Ausnutzung des Kraftstoffs durch das Fahrzeug ab, sondern werden auch vom Fahrverhalten und anderen nichttechnischen Faktoren beeinflusst. CO₂ ist das für die Erderwärmung hauptsächlich verantwortliche Treibhausgas. Ein Leitfaden für den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen aller in Deutschland angebotenen Personenkraftfahrzeugmodelle ist unentgeltlich an jedem Verkaufsort in Deutschland erhältlich, an dem neue Personenkraftfahrzeugmodelle ausgestellt oder angeboten werden.</small>		
CO ₂ -Effizienz		Auf der Grundlage der gemessenen CO ₂ -Emissionen unter Berücksichtigung der Masse des Fahrzeugs ermittelt.
<small>Jahressteuer für dieses Fahrzeug</small>		<small>Euro</small>
<small>Energieträgerkosten bei einer Laufleistung von 20.000 km:</small>		
<small>Kraftstoffkosten (_____) bei einem Kraftstoffpreis von _____ Euro/Abrechnungseinheit</small>		<small>Euro</small>
<small>Stromkosten bei einem Strompreis von _____ Euro/Abrechnungseinheit</small>		<small>Euro</small>
<small>Erstellt am:</small>		

Abbildung 6: Energielabel für PKW

(Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/pkw-energieverbrauchskennzeichnungsverordnung-label.html>)

Die Aussagekraft des Energielabels ist jedoch kritisch zu beurteilen. So wird ein Kleinwagen mit 5,1 Liter Verbrauch pro 100 Kilometer und 116 Gramm CO₂ Ausstoß pro Kilometer in die Effizienzklasse C eingestuft und damit in die gleiche Kategorie wie ein SUV mit 8,1 Liter Verbrauch pro 100 Kilometer und 187 Gramm CO₂ Ausstoß. Grund dafür ist, dass die Einteilung nicht nach absoluten Verbrauchswerten erfolgt, sondern nach der Relation zum Gewicht geht. Dies ermöglicht somit nur den Vergleich von PKW, die ein ähnliches Gewicht haben (ADAC 2019). Entsprechend argumentieren Haq/Weiss (2016, S. 329), dass eine Etikettierung, welche nur entfernungsspezifische CO₂-Emissionen berücksichtigt, aus ökologischer Sicht effektiver sei, denn die derzeitige Anwendung von Parametern kann absurde Anreize schaffen und große Autos mit vergleichsweise hohen CO₂-Emissionen gegenüber kleinen Autos begünstigen.

2.3 Absolute Kennzeichnung

Auf dem Markt gibt es bereits zahlreiche Siegel, darunter private Klimalabel, die sich auf den Emissionsausstoß beziehen (Eberle et al. 2011, S. 20). Es gibt jedoch wenige Label, die eine absolute Zahl der Emissionen angeben. Versuche von Unternehmen, den CO₂-Fußabdruck zu messen und durch ein Etikett zu kennzeichnen, existieren vereinzelt (Emmermann 2014, 86).

Carbon-Trust

Das von der Firma Carbon Trust eingeführte CO₂-Label ermöglicht Unternehmen, Angaben zu den Umweltauswirkungen ihrer Produkte zu machen, die von einer unabhängigen Partei verifiziert sind. Carbon Trust bietet Unternehmen an, sich für ein Label zu zertifizieren, die die Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks oder auch Klimaneutralität und Minimierung des Wasser-Fußabdrucks, beinhalten (Carbon Trust 2020).

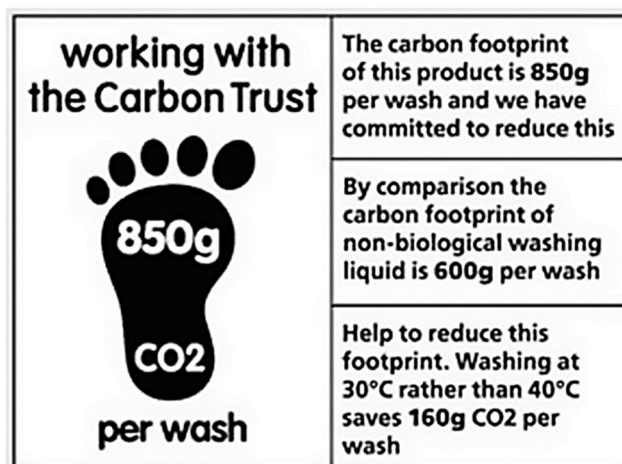


Abbildung 7: Beispiel eines carbon footprint Labels bei Tesco

(Quelle: McGuire/Beattie 2019, S. 102)

Die britische Einzelhandelskette Tesco begann 2007 die Höhe der Treibhausgasemissionen auf seinen Produkten zu kennzeichnen (Eberle et al. 2011, S. 20). Auf Waschmitteln ihrer Eigenmarke hat Tesco unter der Zertifizierungsaufsicht von Carbon Trust zudem noch Vergleiche mit ähnlichen Produkten sowie Maßnahmen, die der Verbraucher zur Reduzierung seines Fußabdrucks erreichen kann, abgebildet (Munasinghe et al. 2009, S. 47).

Zu Beginn kündigte die Einzelhandelskette an, alle 70.000 Produkte mit einem Carbon Trust Label abzubilden, allerdings wurde nur ein Teil der Produkte damit versehen. Nach Angaben des Unternehmens sei es zu kosten-, zeit- und personalintensiv, die Emissionen eines jeden einzelnen Produktes zu berechnen. In zwölf Monaten konnte die Handelskette nur 125 seiner Waren mit einem Label ausstatten. Zudem bestand die Hoffnung, dass weitere Wettbewerber ebenfalls den CO₂-Fußabdruck ihrer Produkte berechnen würden, was aber nicht geschah (Vaughan 2012).

In Deutschland versuchte der Hafermilch-Produzent Oatly über eine Petition durchzusetzen, eine CO₂-Kennzeichnung für Lebensmittel einzuführen. Unterstützt wurde dieser Vorstoß u. a. von dem weltgrößten Nahrungsmittelkonzern Nestlé (Gassmann 2020). Die entsprechende Petition wurde jedoch vom Deutschen Bundestag abgelehnt (Frühschütz 2020). In einer aktuellen Studie der Nestlé Deutschland AG befürworten drei Viertel (73 Prozent) der Befragten eine CO₂-Kennzeichnung auf Produktverpackungen. Gemäß dieser Studie versprechen sich die Befragten, die Klimaverträglichkeit von Lebensmitteln besser einschätzen zu können (Nestlé 2021) Aktuell bleibt es jedoch bei einzelnen, unternehmensindividuellen Lösungen wie bei dem genannten Lebensmittelproduzenten Oatly (<https://www.oatly.com/de/klima-fussabdruck>).

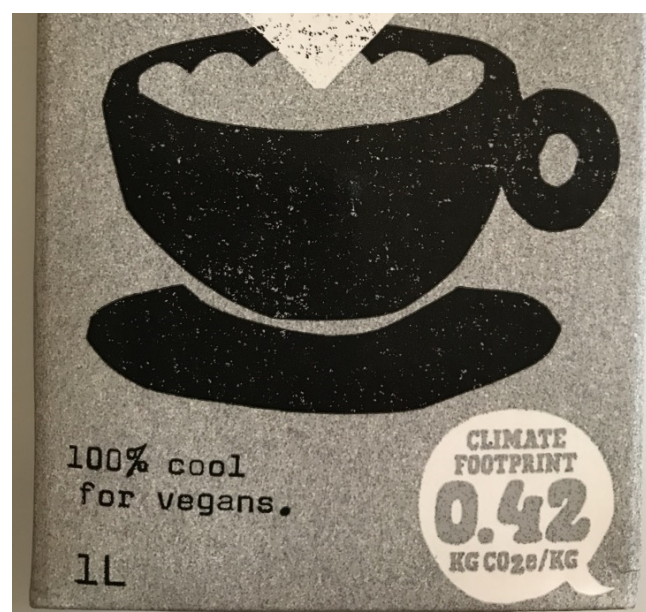


Abbildung 8: Angabe des carbon footprint auf einer Packung Hafermilch von Oatly

3 Wirkung von CO₂-Labeln auf den Konsumenten: eine Literaturanalyse

Es existieren nur wenige Analysen, die sich mit einem Klimalabel beschäftigen, das den Verbraucher über die genaue Höhe verursachter Treibhausgasemissionen eines jeweiligen Produktes informiert. Vielfach wird jedoch bestätigt, dass Konsumenten grundsätzlich positiv gegenüber einer Kennzeichnung von umweltrelevanten Aspekten auf Produkten stehen (Greibitus et al. 2016, S. 17; Gadema/Oglethorpe 2011, S. 821; Babakhani et al. 2020, S. 61). Jedoch kommen z. B. Gadema/Oglethorpe (2011, S. 820) zu dem Ergebnis, dass ein CO₂-Label noch zu wenig Aufmerksamkeit erregt und andere Faktoren wie Nährwerte, Qualität oder Preis für Käufer wichtiger sind. Auch die Tatsache, dass Menschen einerseits angeben, dass Umweltaspekte eine wichtige Rolle bei der Kaufentscheidung spielen und somit gesellschaftlich erwünschte Angaben machen, andererseits aber anders handeln, muss beachtet werden (Grunert et al. 2014, S.187).

Zudem liefert ein CO₂-Label für den Konsumenten keinen persönlichen Vorteil (Röös/Tjärnemo 2011, S. 987). Während ein Energielabel zu Kosteneinsparungen führen kann oder eine Nährwerttabelle eine gesunde Lebensweise fördert, handelt es sich bei der Umwelt um ein Allgemeingut (Cohen/Vandenbergh 2012, S. 4). Studien zeigen allerdings, dass Konsumenten durchaus bereit sind, Produkte mit geringerem Kohlenstoff-Fußabdruck zu wählen, sollte der Preis akzeptabel sein (Gadema/Oglethorpe 2011, S. 820; Vanclay et al. 2011, S. 159).

Des Weiteren ist das Verständnisproblem zu beachten. Damit Konsumenten ein Etikett mit einer Anzahl an Kohlenstoffdioxidemissionen annehmen, muss es vertrauenswürdig, nachvollziehbar und verständlich sein (Röös/Tjärnemo 2011, S. 992; Cohen/Vandenbergh 2012, S. 24). So wissen Konsumenten oftmals nicht, was mit einem CO₂-Label genau gemeint ist und darüber hinaus können sie absolute Zahlen nicht in Relation setzen (Hornibrook et al. 2015, S. 272; Gössling/Buckley 2016, S. 7; Gadema/Oglethorpe 2011, S. 818; Thøgersen/Nielsen 2016, S. 13; Kortelainen et al. 2016, S. 1186; Meyerding et al. 2019, S. 2). Durchschnittsverbraucher können anhand einer abstrakten Zahl nicht unbedingt beurteilen, ob es sich um ein klimafreundliches Produkt handelt oder nicht (Meyerding et al. 2019, S. 3; Thøgersen/Nielsen 2016, S. 12–13) Ein Vergleichsprodukt vor Augen bietet dem Käufer einen ersten Anhaltspunkt (Leach et al. 2016, S. 218).

Leach et al. (2016, S. 219) schlagen daher vor, das Gewicht eines CO₂-Fußabdrucks in die mit einer bestimmten PKW-Fahrstrecke verbundenen Emissionen umzurechnen oder die Fußabdrücke ähnlicher Produkte abzubilden, um dem Verbraucher einen Vergleich zu geben und dadurch die Wahl eines Produktes mit geringerer Umwelt-

belastung zu erleichtern. Auch Rööf/Tjärnemo (2011, S. 988) zeigen an einem Beispiel, dass der Verbraucher stärker von der Information beeinflusst wird, dass der Kauf eines Kilogramms Steaks genauso viel CO₂-Emissionen verursacht, wie 100 km mit dem PKW zu fahren als von einem Label mit dem Statement „CO₂-Siegel“.

Die Informationsbereitstellung bei der Verwendung von CO₂-Kennzeichnungen im Supermarkt analysieren Emberger-Klein/Menrad (2018). Hierbei werden zusätzliche Informationen wie Preis, Herkunft, ökologischer Anbau und außerdem verschiedene Designs untersucht. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass bei einer Wahlsituation die Bereitstellung klimarelevanter Information nützlich sein kann (Emberger-Klein/Menrad 2018, S. 260).

Um dem Trade-off zwischen Informationsflut und Bedarf an detaillierten Informationen entgegenzuwirken, könnten absolute Emissionswerte durch eine Ampelkennzeichnung erweitert werden (Meyerding et al. 2019, S. 27). So untersuchen Vanclay et al. (2011) die Reaktionen von Verbrauchern zu einem farbigen Etikett auf Lebensmitteln, jedoch ohne absolute Zahl, sondern in Kategorien mit hohem, durchschnittlichem und niedrigem CO₂-Ausstoß. Meyerding et al. (2019), Thøgersen/Nielsen (2016) und Emberger-Klein/Menrad (2018) befassen sich ebenfalls mit der Gestaltung eines Klimaetiketts. Eine farbcodierte Ampelkennzeichnung wird den Ergebnissen zufolge von den Konsumenten bevorzugt (Meyerding et al. 2019, S. 27; Emberger-Klein/Menrad 2018, S. 260; Thøgersen/Nielsen 2016, S. 13). Insbesondere Thøgersen/Nielsen (2016, S. 13) kommen zu dem Ergebnis, dass sich ein CO₂-Label mit einer Ampelkennzeichnung positiv auf die Kaufentscheidung für emissionsärmere Produkte auswirkt. Die Autoren argumentieren, dass Konsumenten eine solche dreistufige Skala bereits kennen und diese in anderen Kontexten genutzt wird, wie zum Beispiel das EU-Energielabel. Sie befürworten, ein Etikett mit einer Ampelkennzeichnung zu erweitern, um mitzuteilen, ob die mit dem Produkt verbundenen Kohlenstoffdioxidemissionen im Vergleich zu einer Produktkategorie niedrig (grün), durchschnittlich (gelb) oder hoch (rot) sind. Eine Farbcodierung bietet eine schnelle Vergleichbarkeit von Produkten innerhalb einer Kategorie und damit eine intuitiv verständliche Darstellung der Schlüsselinformationen (Meyerding et al. 2019, S. 28). Eine Skala oder Ampel als Ergänzung zur genauen Höhe der Kohlenstoffdioxidemissionen bietet daher ein schnelles, intuitives Verständnis. Die Vorteile einer Farbskala wird in weiteren Arbeiten bestätigt (Emberger-Klein/Menrad 2018, S. 259; Muller et al. 2019, S. 874 und Gössling/Buckley 2016, S. 7).

Interessant ist, dass für viele Konsumenten insbesondere bei Lebensmitteln das Kriterium Herkunft am wichtigsten ist (Emberger-Klein/Menrad 2018, S. 258). Die Studie von Lampert et al. (2017, S. 625) über CO₂-Informationen auf Gemüse hat ergeben, dass Käufer lokale Produkte vor Bio-Produkten bevorzugen und CO₂-Angaben

weniger relevant sind. Darüber hinaus zeigt sich, dass ein hoher Anteil der Verbraucher die Klimafreundlichkeit eines Produktes anhand des Produktionsortes bewertet (Emberger-Klein/Menrad 2018, S. 258). Worüber viele Konsumenten beispielsweise keine Kenntnis haben, ist, dass der Kauf von lokalen Äpfeln oftmals nur dann weniger CO₂-Emissionen verursacht, wenn die Äpfel in der Saison gekauft werden. Die Kühlung von lokalen Äpfeln führt dazu, dass es sich hinsichtlich der Emissionen oftmals günstiger erweist, im europäischen Frühjahr Äpfel zu kaufen, die von der Südhalbkugel stammen (z. B. Neuseeland). Zusätzliche Informationen auf dem Produkt, wie die Ursache der Emissionen, beispielsweise über den Transport oder die Verpackung, können den Verbraucher aufklären, was als hoch oder niedrig einzustufen ist (Röös/Tjärnemo 2011, S. 989–990).

4 Wirkung von CO₂-Labeln auf den Konsumenten: eine empirische Studie

Der vorliegende Beitrag greift auch die Frage auf, ob die Kaufentscheidung von Konsumenten beeinflusst wird, wenn bei direktem Vergleich eine absolute Zahl an ausgestoßenen CO₂-Emissionen auf einer Verpackung abgebildet ist. Hierfür wurde die Umfrage als Forschungsmethode ausgewählt. Insgesamt gelang es, 382 Personen im Alter von 18 bis 87 zu befragen. Trotz einer nicht ausreichend großen Stichprobe und der Hauptzielgruppe Studierende können wichtige Erkenntnisse für die Zukunft gewonnen werden. Die anonymisierte Befragung erfolgte mithilfe der Software EFS Survey der Questback GmbH im Zeitraum von März 2019 bis April 2019. Die systematische Auswertung vollzog sich mit dem Programm Reporting + der Questback GmbH.

4.1 Aufbau und Durchführung der empirischen Studie

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine kurze Onlineumfrage mit insgesamt sechs Fragen sowie demografischen Angaben. Der Fokus der Zielgruppe lag auf Studierenden, da sie aufgrund des zu vermutenden hohen Bildungsniveaus und des damit verknüpften hohen Einkommens, zukünftig eine kaufkräftige Konsumentengruppe darstellen. Als Erhebungsmethodik erwies sich das Internet als geeignete Form, da die Zielgruppe der Studierenden damit einfach und mit wenig Aufwand zu erreichen ist.

Die Abfrage demografischer Daten wie Alter, Geschlecht und Nettoeinkommen zu Beginn gewähren eine Charakterisierung der Stichprobe. Zusätzlich wird mithilfe einer 5er-Likert-Skala vorab die eigene Einschätzung des Umweltbewusstseins abgefragt, um zu sehen, ob sich die persönliche Wahrnehmung auch mit den nachfolgend getroffenen Entscheidungen deckt (Abbildung 9).

Wie würden Sie Ihr Umweltbewusstsein einschätzen?

Im Folgenden sehen Sie nun einige Aussagen. Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie der entsprechenden Aussage voll und ganz / eher / teils teils / eher nicht / überhaupt nicht zustimmen. Die Aussage...

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft teils teils zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Der Schutz der Umwelt ist mir wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin bereit, Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen, um zum Umweltschutz beizutragen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich achte beim Kauf auf nachhaltige Produkte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 9: Abfrage der eigenen Einschätzung des Umweltbewusstseins

Darauffolgend soll die erste Frage klären, ob den Konsumenten existierende Umweltkennzeichnungen vertraut sind. Aus fünf am Markt genutzten Siegeln sollen die Studienteilnehmer diese auswählen, die ihnen bekannt sind.

1. Inzwischen gibt es am Markt viele Kennzeichnungen zu Umweltaspekten. Welche der folgenden Zeichen sind Ihnen bekannt?

Mehrwachsauswahl möglich.



Abbildung 10: Abfrage der Bekanntheit von Umweltkennzeichen

Anschließend folgen konkrete Fragen, die eine Entscheidung zwischen zwei bestimmten Konsumgütern erfordern. Positiv bei der Auswahl zwischen nur zwei Alternativen ist, dass die Befragten zügig antworten und die Auswertung mit geringer Komplexität und einfacher Interpretierbarkeit geschehen kann. In Frage 2 werden die Personen gebeten, sich zwischen Äpfeln zu entscheiden, die einmal aus Deutschland aus konventionellem Anbau oder aus Neuseeland aus ökologischem Anbau stammen. Zusätzlich war als Hintergrundinformationen angegeben, dass sie diese Äpfel im Monat März kaufen.

Es ist März und Sie möchten Äpfel kaufen. Welche wählen Sie?

Bitte entscheiden Sie sich für eine Option.



Abbildung 11: Auswahlentscheidung Äpfel (Teil 1)

In einem zweiten Szenario, ebenfalls angenommen im März, stehen die Befragten vor der Wahl, zwischen Äpfeln aus Deutschland mit einem CO₂-Gehalt von 250 Gramm oder aus Neuseeland mit einem Kohlenstoffdioxidverbrauch bei der Produktion von 150 Gramm zu entscheiden. Anlass für die Wahl des Monats März bei Äpfeln war, dass diese in Deutschland in diesem Monat nicht zur Saisonware zählen (Dallmus 2018). Äpfel werden in Deutschland im Herbst geerntet und danach in Kühllagern bis zum Frühjahr frisch gehalten. Bei geernteten deutschen Äpfeln im Oktober, die dauerhaft für einige Monate gekühlt werden, kann die Umweltbilanz schlechter ausfallen als bei Äpfeln, die frisch aus Übersee kommen (Dallmus 2018).

Für welche Äpfel entscheiden Sie sich im Folgenden bei gleichem Szenario (März)?

Bitte entscheiden Sie sich für eine Option.



Abbildung 12: Auswahlentscheidung Äpfel (Teil 2)

Ferner werden nicht nur Produkte aus dem Lebensmittelbereich gewählt, sondern auch ein weißes T-Shirt als weiteres Konsumgut. Hier sollen die Teilnehmer zwischen einem T-Shirt produziert in Asien zum Preis von 8,50 € oder aus einer Herstellung in Europa für 24,90 € wählen. Daran schloss sich die Abfrage mit CO₂-Werten. Wieder werden die Teilnehmer gebeten, sich beim Kauf zwischen einem T-Shirt für 8,50 € mit einem Emissionswert von elf Kilogramm und einem T-Shirt, das 24,90 € kostet und einen CO₂-Ausstoß von fünf Kilogramm bei der Herstellung aufweist, zu entscheiden. Bezüglich des Wertes an Kohlenstoffdioxid erfolgte eine Orientierung an den Richtwerten der eingangs genannten Untersuchungen.

Nachfolgend sind zwei weiße T-Shirts aus Baumwolle abgebildet.
Für welches entscheiden Sie sich?

Bitte wählen Sie eine Option.



Welches würden Sie nun wählen?

Bitte entscheiden Sie sich für eine Option.

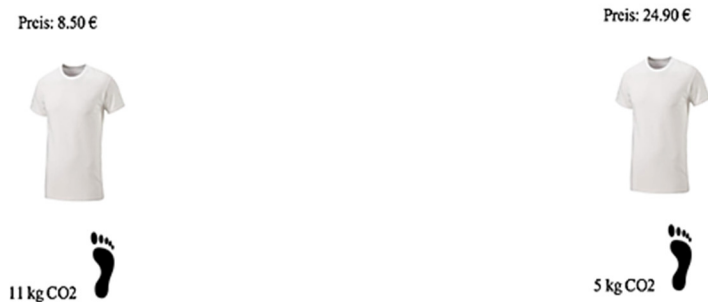


Abbildung 13: Auswahlentscheidung T-Shirt

Mit der letzten Frage wird die Preisbereitschaft für ein weißes T-Shirt aus Baumwolle, das in Europa unter niedrigem Emissionsausstoß gefertigt wurde, in Erfahrung gebracht. Für die Preisspannen in den Antwortmöglichkeiten erfolgte eine Marktbeurteilung für T-Shirts aus Bio-Baumwolle sowohl im stationären Einzelhandel als auch im Online-Handel.

Ein weißes T-Shirt aus Baumwolle, produziert in Asien unter hohem CO₂-Ausstoß kostet 8.50€

Was würden Sie für ein T-Shirt aus Bio-Baumwolle, das in Europa unter niedrigem CO₂-Ausstoß produziert wird, maximal zahlen?

Bitte wählen Sie eine Option.

- 8,50 € - 9,99 € 10,00 € - 14,99 € 15,00 € - 19,99 € 20,00 € - 24,99 €
-

Abbildung 14: Abfrage der Preisbereitschaft

Die technische Umsetzung der Studie erfolgte mit der Software EFS Panel der Questback GmbH. Für die Verbreitung wurde der Virtuelle Campus der Universität Bamberg sowie Facebook, Xing und LinkedIn genutzt. Vor der Datenerhebung stand eine Prüfung der Umfrage aus, um die Verständlichkeit der Fragen und sonstiger Formulierungen zu gewährleisten. Vorgenommene Änderungsvorschläge beinhalteten geringfügige Anpassungen des Layouts, der Formulierung sowie das Vervollständigen von demografischen Daten zur Person am Anfang. Die anonymisierte Befragung erfolgte im Zeitraum März 2019 bis April 2019.

Insgesamt begannen 633 Personen die Erhebung, wovon sie 382 abschlossen (Beendigungsquote: 60,35 %). Hinsichtlich der Geschlechterverteilung ergab sich eine beinahe ausgeglichene Teilnahme: 56,28 % der Personen gaben an, sich dem weiblichen Geschlecht zugehörig zu fühlen und 43,19 % dem männlichen Geschlecht. Das Altersspektrum reicht von 18 bis 87 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 26,47 Jahren. Die mit Abstand größte Gruppe stellen 20 – 29-Jährige dar (75 %). Die Umfrage wurde vor allem über Foren der Universität verbreitet, weshalb die Gruppe der Studierenden am höchsten ausgeprägt ist. Bei der Betrachtung der Einkommensverteilung zeigt sich, dass die Gruppe, die über ein monatliches Nettoeinkommen von 1000 – 1999 € verfügt, überrepräsentiert ist (48 %). Weiter gaben 13 % der Befragten an, weniger als 500 € monatlich zu erhalten, 19 % verfügen über ein Nettoeinkommen von 500 – 999 € und 20 % haben mehr als 2000 € zur Hand.

4.2 Ergebnisse der empirischen Studie

Bezüglich der Einstellung der Studienteilnehmer zum Umweltschutz zeigt sich, dass für die Mehrheit der Befragten der Schutz der Umwelt einen hohen Stellenwert hat (Abbildung 15). Für 46 % der Teilnehmer trifft die Antwort voll und ganz, für 42 % trifft sie eher zu. Auch bei der Frage nach der Bereitschaft Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen, um zum Umweltschutz beizutragen, trifft die Aussage für 24 % der Personen voll und ganz, für 46 % trifft sie eher und für 24 % trifft sie teils zu. Ob beim Kauf auf nachhaltige Produkte geachtet wird, schätzen sich 16 % der Befragten ein, dass sie dies in vollem Maße tun, 41 % achten eher darauf und 29 % gelegentlich. Die persönlichen Einschätzungen der Teilnehmer zum Umweltbewusstsein zeigen, dass der Schutz der Umwelt für die Mehrheit zwar wichtig ist, aber bei der Bereitschaft, Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen oder beim Einkauf auf nachhaltige Produkte zu achten, sinkt die Bereitwilligkeit. Während die erste Aussage „Der Schutz der Umwelt ist mir wichtig“ von einem relativ hohen Anteil als voll und ganz zutreffend bewertet wird (46 %), sinkt der Teil der Befragten, die bei der Aussage „Ich achte beim Kauf auf nachhaltige Produkte“ die Option „trifft voll und ganz zu“ ankreuzen. Denn lediglich 16 % der Befragten wählen diese Antwortmöglichkeit.

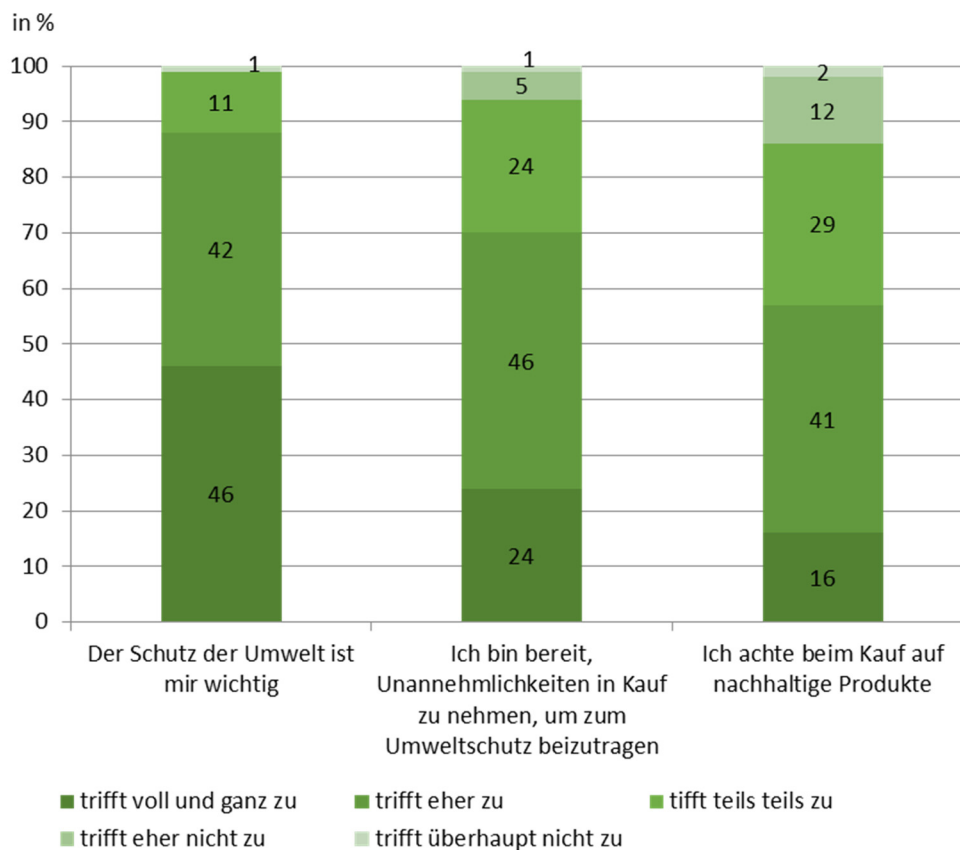


Abbildung 15: Persönliche Einschätzung des Umweltbewusstseins

Nahezu alle Befragten kennen das Label des Blauen Engels (95 %). Für viele Personen ist außerdem das Zeichen des Global Organic Textile Standards bekannt (31 %), während die übrigen Kennzeichen „Stop Climate Change“ (17 %), „Carbon Trust“ (13 %), und die „Euroblume“ (8 %) nur wenigen Teilnehmern vertraut sind. Es lässt sich somit vermuten, dass Kennzeichen, die sich auf Umweltaspekte beziehen, den Konsumenten wenig geläufig sind.

Die darauffolgenden Fragen unterliegen einer Entscheidungsauswahl zwischen jeweils zwei Alternativen. Hinsichtlich der Wahl zwischen biologischen Äpfeln aus Neuseeland oder konventionellen deutschen Äpfeln präferieren 13 % die erste Auswahl und 87 % entscheiden sich für die zweite Option. Die Probanden präferieren folglich eher einen Apfel aus ihrem Herkunftsland, anstatt eines Apfels, der aus ökologischem Anbau, jedoch aus Neuseeland stammt.

In einem nächsten Szenario wählen 172 Personen (45 %) Äpfel aus Neuseeland mit einem CO₂-Gehalt von 150 g und 210 Personen (55 %) die Äpfel aus Deutschland mit einem Emissionswert von 250 Gramm. Auch bei dieser Frage scheint das Attribut Herkunft eine wichtige Rolle für die Verbraucher zu spielen. Der Vergleich offenbart jedoch, dass das Kriterium des CO₂-Gehalts eine wesentlich größere Uneinigkeit bei den Befragten hervorruft als das Merkmal der biologischen Herkunft.

Es ist ein besonderes Augenmerk darauf zu entrichten, dass das Antwortverhalten bei der Frage zum Herkunftsland mit Kohlenstoffdioxidwerten fast ausgeglichen ist, wohingegen die vorherige Frage eine eindeutige Mehrheit aufweist. Obwohl sich mehr für das heimische Obst mit höherem CO₂-Gehalt entscheiden, wählt immerhin ein beträchtlicher Anteil von 45 % den Apfel aus Neuseeland mit der geringeren Anzahl an Emissionen. Dies erlaubt die Folgerung, dass die CO₂-Angabe bei einigen der Befragten Bedeutung findet. Die Mehrheit wählt in beiden Fällen jedoch den Apfel aus Deutschland. Ein Grund für die Tatsache könnte möglicherweise sein, dass den Teilnehmern nicht bewusst ist, dass heimische Äpfel in Kühllagern mit hohen Emissionen gelagert werden. Ein weiteres denkbare Argument stellt die Unwissenheit der Probanden über die Saisonalität bei Gemüse und Obst dar.

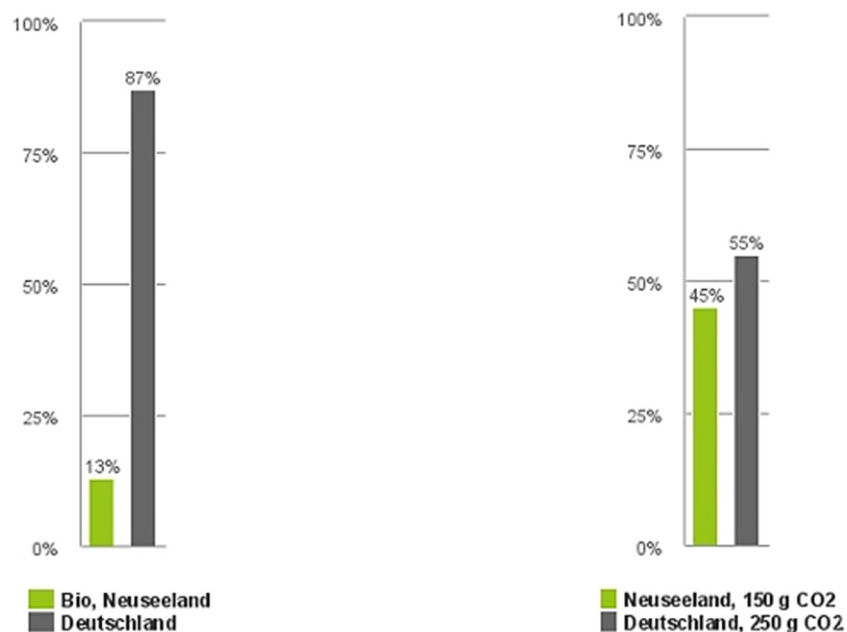


Abbildung 16: Auswahllentscheidung Äpfel (Teil 1 und Teil 2)

Darüber hinaus wurden die Teilnehmer aufgefordert, zwischen zwei T-Shirt-Varianten zu wählen. Die Datenauswertung zeigt, dass bei der ersten Option, in der zwischen einem T-Shirt aus Asien für einen Preis von 8,50 € und einem äußerlich identischem aus Europa für 24,90 € zu wählen war, keine eindeutige Mehrheit ersichtlich ist. 54 % der Teilnehmer würden das erste T-Shirt kaufen, während sich 46 % für das Kleidungsstück aus Europa für 24,90 € entscheiden. Demnach ist ein hoher Anteil der Befragten bereit, mehr für ein T-Shirt zu bezahlen, das in Europa produziert wird, für die Mehrheit scheint jedoch der geringere Preis maßgebend zu sein.

Werden die Antworten unter Berücksichtigung des Nettoeinkommens betrachtet, fällt auf, dass in der Gruppe der Befragten mit einem Nettoeinkommen von 0 – 499 und

500 – 999 Euro das T-Shirt für 24,90 € dominiert (53 % und 57 %), während die Tendenz bei den Gruppen mit einem Nettoeinkommen von 1000 – 1999 € und 2000 € eher zum T-Shirt aus Asien für 8,50 € geht (57 %, 62 %).

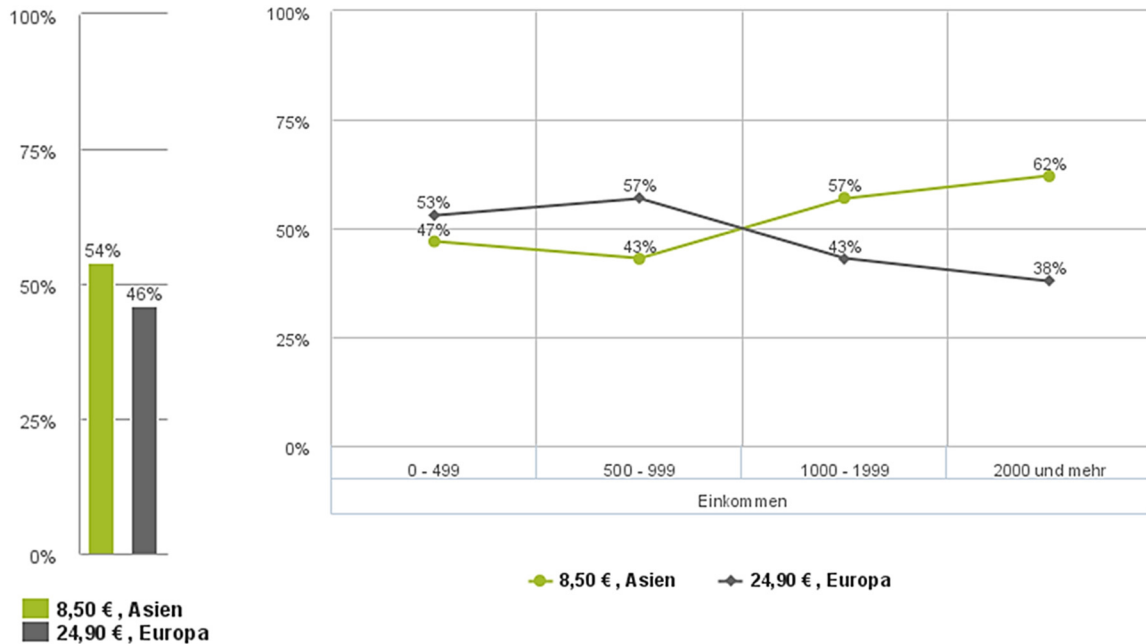


Abbildung 17: Auswahlentscheidung T-Shirt (Teil 1)

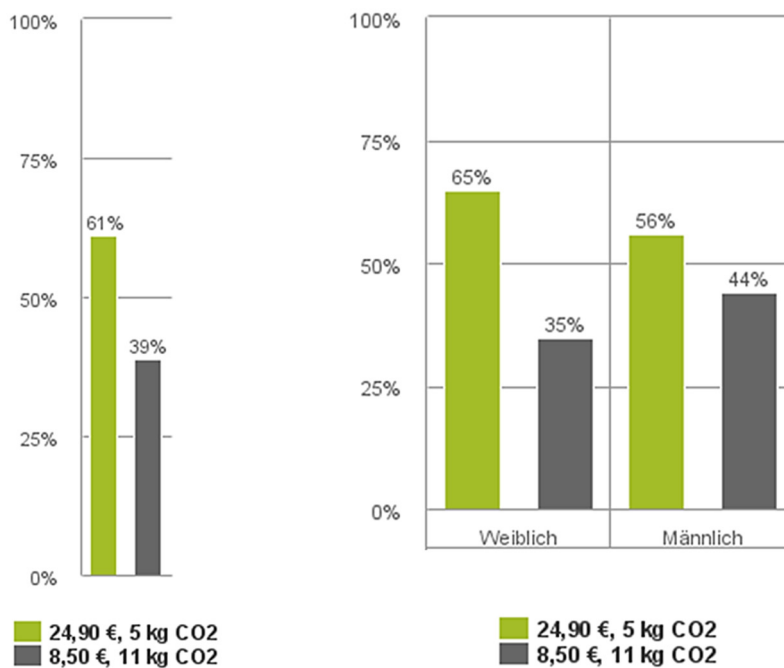


Abbildung 18: Auswahlentscheidung T-Shirt (Teil 2)

Stehen die Probanden im weiteren Schritt vor der Wahl, sich zwischen einem T-Shirt zum Preis von 8,50 € mit einem CO₂-Ausstoß von 11 kg oder einem Oberteil, das 24,90 € kostet und bei der Produktion 5 kg an Kohlenstoffdioxidemissionen zählt, zu entscheiden, lässt sich eine eindeutige Tendenz erkennen. Mit 61 % fällt die Mehrheit auf das T-Shirt mit weniger CO₂ und höheren Kosten gegenüber dem Bekleidungsstück für 8,50 € mit 39 % (Abbildung 18). Das Szenario mit den Textilien deutet darauf hin, dass Käufer durchaus bereit sind, mehr für ein T-Shirt auszugeben und das Attribut der CO₂-Emissionen wohl einen Einfluss hat. Ein Vergleich der letzten beiden Fragen offenbart, dass Konsumenten womöglich eher die Bereitschaft zeigen, mehr Geld für ein T-Shirt aufzuwenden mit dem Bewusstsein, dass es weniger Emissionen bei der Produktion verursacht als mit dem Hintergrundwissen des Produktionslandes. Wird des Weiteren der Unterschied der Geschlechter analysiert, zeigt sich, dass mehr Frauen (65 %) das T-Shirt mit höherem Preis und niedrigerem CO₂-Ausstoß wählen als Männer (56 %).

Die letzte Frage beleuchtet die Preisbereitschaft für ein weißes T-Shirt aus Baumwolle, das in Europa unter niedrigem CO₂-Ausstoß produziert wird.

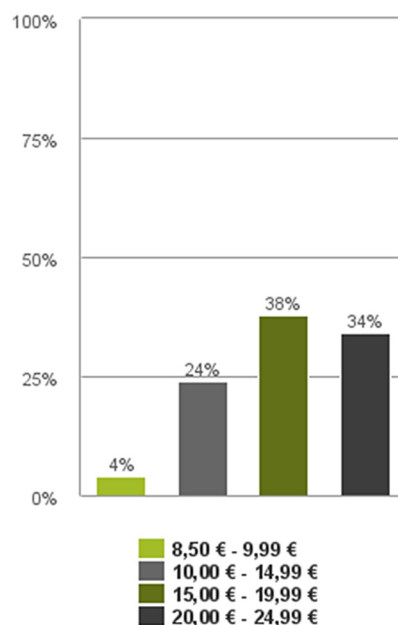


Abbildung 19: Preisbereitschaft

4 % der Befragten geben an, dafür maximal 8,50 € - 9,99 € zu bezahlen. Weiterhin würden 24 % höchstens 10,00 € - 14,99 €; 38 % 15,00 € - 19,99 € und 34 % 20,00 € - 24,99 € aufwenden. Die Ergebnisse zeigen, dass zumindest ein Teil der Untersuchungssteilnehmer bereit ist, mehr für ein T-Shirt aufzuwenden, das unter niedrigen Emissionen, aus Bio-Baumwolle und in Europa hergestellt wird.

Dieses Ergebnis ist auch konform zu dem am Beginn abgefragten Umweltbewusstsein. Die Teilnehmer, die zu Beginn der Umfrage angeben, beim Kauf auf nachhaltige Produkte zu achten, wählen mehrheitlich tatsächlich auch einen höheren Preis. Fraglich bleibt natürlich, ob die in der Befragung dargelegte höhere Preisbereitschaft letztendlich und zukünftig wirklich zu einem entsprechenden Kauf führt.

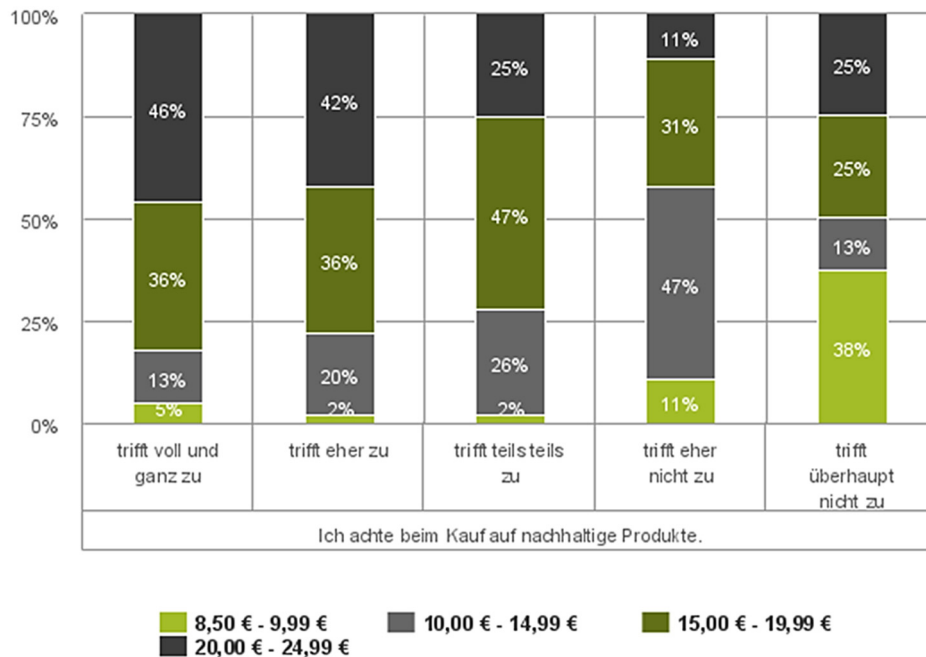


Abbildung 20: Preisbereitschaft und Umweltbewusstsein

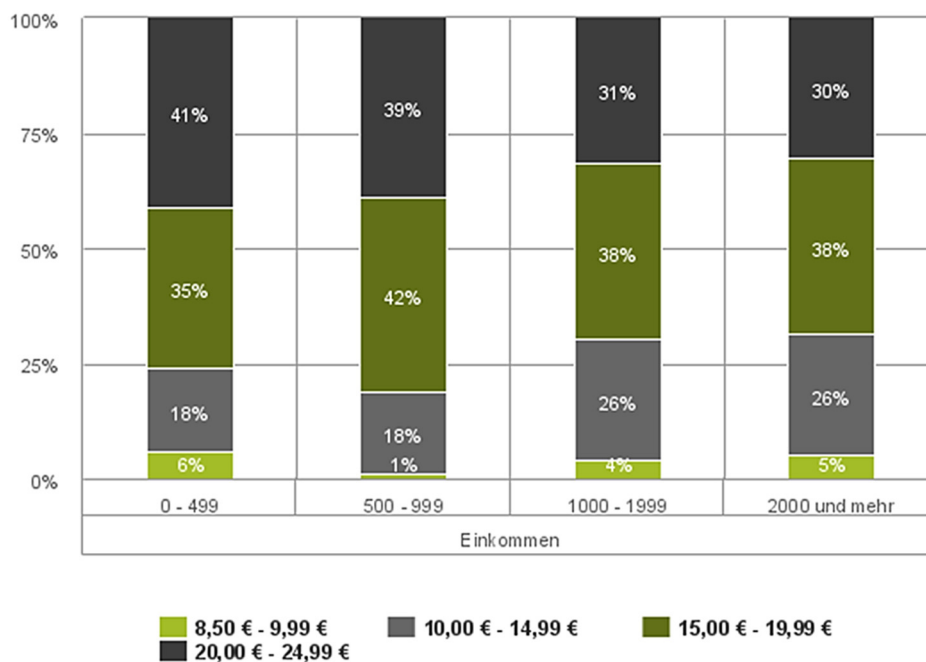


Abbildung 21: Preisbereitschaft und Nettoeinkommen

Werden die Antworten wieder unter Berücksichtigung des Nettoeinkommens betrachtet, zeigt sich, dass in der Gruppe der Befragten mit einem Nettoeinkommen von 0 – 499 und 500 – 999 Euro die Preisbereitschaft am höchsten ist. Dies lässt darauf schließen, dass insbesondere Studierende, die noch über ein niedriges Einkommen verfügen, zukünftig bereit sind, Umweltaspekte in ihr Kaufverhalten einzubeziehen.

5 Schlussbetrachtung

Die empirische Studie zeigt, dass bei Konsumgütern die Parameter „Preis“ und „Herkunft“ nach wie vor zentral für die Kaufentscheidung sind. Der in der Befragung durchgeführte Vergleich mit Äpfeln zeigt eine deutliche Überlegenheit des Attributs Herkunft. Bei Bekleidungsstücken scheint der Preis vorherrschend gegenüber dem Produktionsort zu sein. Nichtsdestotrotz beweisen die Ergebnisse, dass die Darstellung der ausgestoßenen CO₂-Emissionen als Zahl durchaus einen Stellenwert besitzt und ausschlaggebend für eine Entscheidung sein kann. Auch deutet sich an, dass eine gewisse höhere Preisbereitschaft vorhanden ist, denn bei der Mehrheit der Befragten liegt die obere Preisgrenze für ein T-Shirt, das unter niedrigen Emissionen in Europa produziert wird, bei 15 – 25 €.

Zusammenfassend lässt sich darlegen, dass eine absolute Zahl an ausgestoßenen CO₂-Emissionen auf Produkten nur einen Mehrwert bringt, wenn eine breite Einführung erfolgt. Dies scheint nur durch eine verpflichtende Vorschrift und damit einen internationalen Standard realisierbar. Die Literaturanalyse und die Umfrageergebnisse bestätigen, dass eine Kennzeichnung bei Verbrauchern lediglich zu Akzeptanz und Mehrwert führt, wenn ein Vergleich zwischen Produktalternativen durchführbar oder eine intuitive Kennzeichnung vorhanden ist.

6 Literaturverzeichnis

- ADAC (2019): CO₂-Label für Pkw: Effizienzklassen mit wenig Aussagekraft. Abgerufen am 19.02.2021 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/neuwagenkauf/co2-label-pkw-effizienzklassen/>.
- Babakhani, N./Lee, A./Dolnicar, S. (2020): Carbon labels on restaurant menus: do people pay attention to them?, in: *Journal of Sustainable Tourism*, Jg. 28, H. 1, S. 51–68.
- BMU/BDI, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/ Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (2010): Produktbezogene Klimaschutzstrategien. Product Carbon Footprint verstehen und nutzen, Berlin.
- Cohen, M. A./Vandenbergh, M. P. (2012): The potential role of carbon labeling in a green economy, in: *Energy Economics*, Jg. 34, S. 53–63.

- Dahlmeier, L. (2009): Otto zeigt CO₂-Fußabdruck für Textilien. Abgerufen am 25.02.2021 von https://www.umweltdialog.de/de/verbraucher/textilien/archiv/2009-11-05_Otto_zeigt_CO2_Fussabdruck_fuer_Textilien.php.
- Eberle, U./Spiller, A./Becker, T./Heißenhuber, A./Leonhäuser, I.-U./Sundrum, A. (2011): Politikstrategie Food Labelling. Politikstrategie Food Labelling – Gemeinsame Stellungnahme der Wissenschaftlichen Beiräte für Gemeinsame Stellungnahme der Wissenschaftlichen Beiräte für Verbraucher- und Ernährungspolitik sowie Agrarpolitik des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Abgerufen am 10.02.2021 von https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/2011_10_PolitikstrategieFoodLabelling.pdf?__blob=publication-File&v=2.
- Emberger-Klein, A./Menrad, K. (2018): The effect of information provision on supermarket consumers' use of and preferences for carbon labels in Germany, in: *Journal of Cleaner Production*, Jg. 172, S. 253–263.
- Emmermann, C. (2014): Stakeholderbasierte Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten. Kriterienkatalog für Lebensmittel, München.
- Europäische Kommission (2018): Über das Energielabel und Ökodesign. Abgerufen am 20.02.2021 von https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_de.
- Europäische Union (2019): Energielabels. Abgerufen am 26.02.2021 von https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/energy-labels/index_de.htm.
- Frühschütz, L. (2020): Petition von Oatly. Bundesregierung will keine CO₂-Kennzeichnung von Lebensmitteln. Abgerufen am 26.02.2021 von <https://biohandel.de/markt-branche/bundesregierung-will-keine-co2-kennzeichnung-von-lebensmitteln>.
- Gadema, Z./Oglethorpe, D. (2011): The use and usefulness of carbon labelling food: A policy perspective from a survey of UK supermarket shoppers, in: *Food Policy*, Jg. 36, H. 6, S. 815–822.
- Gassmann, M. (2020): Jetzt will sogar Nestlé das Klima-Etikett für Lebensmittel. Abgerufen am 26.02.2021 von <https://www.welt.de/wirtschaft/article215599986/CO2-Kennzeichnung-Nestle-unterstuetzt-Klima-Etikett-fuer-Lebensmittel.html>.
- Gössling, S./Buckley, R. (2016): Carbon labels in tourism: persuasive communication?, in: *Journal of Cleaner Production*, Jg. 111, S. 358–369.

- Grebitus, C./Steiner, B./Veeman, M. M. (2016): Paying for sustainability: A cross-cultural analysis of consumers' valuations of food and non-food products labeled for carbon and water footprints, in: *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, Jg. 63, S. 50–58.
- Grunert, K. G./Hieke, S./Wills, J. (2014): Sustainability labels on food products: Consumer motivation, understanding and use, in: *Food Policy*, Jg. 44, S. 177–189.
- Haq, G./Weiss, M. (2016): CO₂ labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects, in: *Energy Policy*, Jg. 95, S. 324–335.
- Höfinghoff, T. (2007): Neue Ökolabel: Der Mensch als CO₂-Emittent. Abgerufen am 24.02.2021 von <https://www.faz.net/aktuell/wissen/klima/neue-oekolabel-der-mensch-als-co2-emittent-1434090.html>.
- Hornibrook, S./May, C./Fearne, A. (2015): Sustainable Development and the Consumer: Exploring the Role of Carbon Labelling in Retail Supply Chains, in: *Business Strategy and the Environment*, Jg. 24, H. 4, S. 266–276.
- Hubschmid, M. (2017): Warum es so viele Siegel gibt – und was sie taugen. Abgerufen am 26.02.2021 von <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/guetezeichen-warum-es-so-viele-siegel-gibt-und-was-sie-taugen/19347718.html>.
- Ibanez L. (2016): Ecolabels: Are They Environmental-Friendly?, in: Marciano A./Ramello G. (Hrsg.): *Encyclopedia of Law and Economics*, New York.
- Keller, H. (2018): Deshalb ist der "Blaue Engel" so erfolgreich. Abgerufen am 25.02.2021 von <https://www.swrfernsehen.de/marktcheck/hintergrund/article-swr-4912.html>.
- Koene, M./Wagner, K./Buerke, A./Kirchgeorg, M. (2014): Nachhaltigkeitsmarketing in der Konsumgüterindustrie am Beispiel der Unilever Deutschland GmbH, in: Meffert, H./Kenning, P./Kirchgeorg, M. (Hrsg.): *Sustainable Marketing Management*, Wiesbaden, S. 411–427.
- Kortelainen, M./Raychaudhuri, J./Roussillon, B. (2016): Effects of Carbon Reduction Labels: Evidence from Scanner Data, in: *Economic Inquiry*, Jg. 54, H. 2, S. 1167–1187.
- Lampert, P./Menrad, K./Emberger-Klein, A. (2017): Carbon information on vegetables: How does it affect the buying process?, in: *International Journal of Consumer Studies*, Jg. 41, H. 6, S. 618–626.
- Leach, A. M./Emery, K. A./Gephart, J./Davis, K. F./Erisman, J. W./Leip, A./Pace, M. L./D'Odorico, P./Carr, J./Noll, L. C./Castner, E./Galloway, J. N. (2016): Environmental impact food labels combining carbon, nitrogen, and water footprints, in: *Food Policy*, Jg. 61, S. 213–223.
- Lehmann, A./Roffeis, M./Finkbeiner, M. (2019): Ökobilanzielle Bewertung des Lebensweges eines handelsüblichen weißen Baumwolle T-Shirts in Deutschland.

- Abgerufen am 25.02.2021 von <https://www.ikw.org/haushaltspflege/themen/detail/der-lebensweg-eines-t-shirts-eine-oekobilanz-663/>.
- Mau, K. (2019): Klimakatastrophe: Wie wir uns mit Begriffen wie "umweltfreundlich" selbst belügen. Abgerufen am 22.02.2021 von <https://www.spiegel.de/panorama/klimawandel-wie-wir-uns-mit-begriffen-wie-umweltfreundlich-selbst-beluegen-a-74c4630e-de62-4040-a76e-ba59bbc7aded>.
- McGuire, L./Beattie, G. (2019): Talking green and acting green are two different things: An experimental investigation of the relationship between implicit and explicit attitudes and low carbon consumer choice, in: *Semiotica*, Vol. 2019, No. 227, S. 99–125.
- Meyerding, S./Schaffmann, A.-L./Lehberger, M. (2019): Consumer Preferences for Different Designs of Carbon Footprint Labelling on Tomatoes in Germany – Does Design Matter?, in: *Sustainability*, Jg. 11, H. 6, S. 1587.
- Muller, L./Lacroix, A./Ruffieux, B. (2019): Environmental Labelling and Consumption Changes: A Food Choice Experiment, in: *Environmental & Resource Economics*, Jg. 73, H. 3, S. 871–897.
- Munasinghe, M./Dasgupta P./Southerton, D./Bows A./Mcmeekin, A. (2009): *Consumers, Business and Climate Change*, Manchester.
- Nestlé (2021): Nestlé Studie Klima und Ernährung 2021 - So klimafreundlich is(s)t Deutschland, abgerufen unter: https://www.nestle.de/sites/g/files/pydnoa391/files/2021-05/01_Brosch%C3%BCre_Klima-Studie_FI-NAL.pdf, abgerufen am: 09.06.2021.
- Röös, E./Tjärnemo, H. (2011): Challenges of carbon labelling of food products: a consumer research perspective, in: *British Food Journal*, Jg. 113, H. 8, S. 982–996.
- Sommer, M. (2017): Effizienzlabel bei Neuwagen, Die Effizienz-Falle: So lesen Autofahrer das neue EU-Label richtig. Abgerufen am 22.02.2021 von https://www.focus.de/auto/ratgeber/kosten/pkw-label-mit-energieeffizienz-klassen-die-effizienz-falle-so-lesen-autofahrer-das-neue-reifenlabel-richtig_id_3963858.html.
- Thøgersen, J./Nielsen, K. S. (2016): A better carbon footprint label, in: *Journal of Cleaner Production*, Jg. 125, S. 86–94.
- Utopia GmbH (2019): Was bedeuten eigentlich die Energieeffizienzklassen?. Abgerufen am 20.02.2021 von <https://utopia.de/ratgeber/energieeffizienzklassen/>.
- Vanclay, J. K./Shortiss, J./Aulsebrook, S./Gillespie, A. M./Howell, B. C./Johanni, R./Maher, M. J./Mitchell, K. M./Stewart, M. D./Yates, J. (2011): Customer Response to Carbon Labelling of Groceries, in: *Journal of Consumer Policy*, Jg. 34, H. 1, S. 153–160.

- Vaughan, A. (2012): Tesco drops carbon-label pledge. Abgerufen am 24.02.2021 von <https://www.theguardian.com/environment/2012/jan/30/tesco-drops-carbon-labeling>.
- Walter, S./Schmidt, M. (2008): Carbon Footprints und Carbon Label – eine echte Hilfe bei der Kaufentscheidung?, in: *uwf UmweltWirtschaftsForum*, Jg. 16, H. 3, S. 175–181.
- Wirag, L. (2019): Klimaneutraler Versand: Wer bietet ihn an? Was bringt er?. Abgerufen am 26.02.2021 von <https://utopia.de/ratgeber/klimaneutraler-versand-das-bringt-er/>.

Local Public Finance in Oaxaca: Indigenous traditions and Mexican reform efforts

Jan Werner

Professor of Economics at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Hardefuststraße 1, 50677 Köln and Mayor of the city Langen, Südliche Ringstraße 80, 63225 Langen, Germany, Affiliation, jan.werner@langen.de ⁷⁰

1	Introduction.....	258
2	Recommendations for Oaxaca’s local public finance system	267
3	Conclusion	272
4	Appendix.....	274
5	References.....	276

Abstract:

The decentralisation of expenditure and public functions is only “one side of the coin” of fiscal federalism. A key question is also how this delegation is to be financed and how independent the subnational and local authorities are to be in their provision of public goods and services. This paper provides a brief overview of the local public finance system in the Mexican federal state Oaxaca, which is divided into 570 municipalities, of which almost three quarters are governed by the system of usos y costumbres (customs and traditions) with recognized local forms of self-governance. Moreover, the proposed block grant formula has included with the Climate resilience factor and Green electricity factor two indicators, which are worldwide unique.

JEL Classification: H7; G20; R10

Keywords: Mexico, local public finance, Agenda 2030.

⁷⁰ The findings, interpretations, and conclusions expressed in this paper are entirely those of the author. They do not necessarily represent the view of the CBS Business School or the city of Langen. An earlier version of this paper was provided in November 2019 as “Local Public Finance in Oaxaca: Some Reform Proposals under the Perspective of the Agenda 2030” for GIZ Mexico.

1 Introduction

Mexico is a federal country with the central government in the capital, Mexico City. It is composed of 32 federal states, including the capital and former federal district of Mexico City, and 2,458 municipalities and 16 delegations that conform Mexico City. The total population of Mexico in 2019 is approximately 127 million,⁷¹ while the federal state of Oaxaca has a population of 4.1 million and consists of 570 municipalities. The following table presents the population structure of the local units in the state of Oaxaca in 2015:

Size of population	# of municipalities	Band
Over 100,000	2	A
From 75,000 – 99,999	4	B
From 50,000 – 74,999	2	C
From 25,000 – 49,999	20	D
From 10,000 – 24,999	63	E
From 5,000 – 9,999	69	F
From 1,000 – 4,999	289	G
From 500 – 999	74	H
Less than 500	47	I

Table 1: Population structure of the municipalities in Oaxaca in 2015

Source: various publications of the Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

A large part of the communities in Oaxaca is thus more rural with few inhabitants structured. Furthermore, the population density is also very fragmented, as in Oaxaca 276 of the 570 municipalities have a population density of less than 30 inhabitants per square kilometer.⁷²

Mexico has seen moderate economic growth over the past two decades, mainly driven by oil revenues, population growth, and open trade and investment policies. Moreover, Mexico has slightly reduced its dependency on oil revenues, as oil production

⁷¹ Mexico had 83 million inhabitants in 1980, the latest census was conducted in 2010 with the next scheduled for 2020, see United Nations, 2019, page 28.

⁷² The average population density in Mexico is around 64 people per quad kilometer.

generates only 4 % of GDP compared with 9 % a decade ago or rather 6 % of total exports compared with 16 % ten years ago.⁷³

Mexico has, however, not been able to achieve higher living standards or reduce the economic gap in relation to the USA or other OECD countries. Figure 1 below shows the real GDP growth as a percentage in Mexico, USA, the OECD countries and the LAC-5⁷⁴ countries from 2000 until 2018.

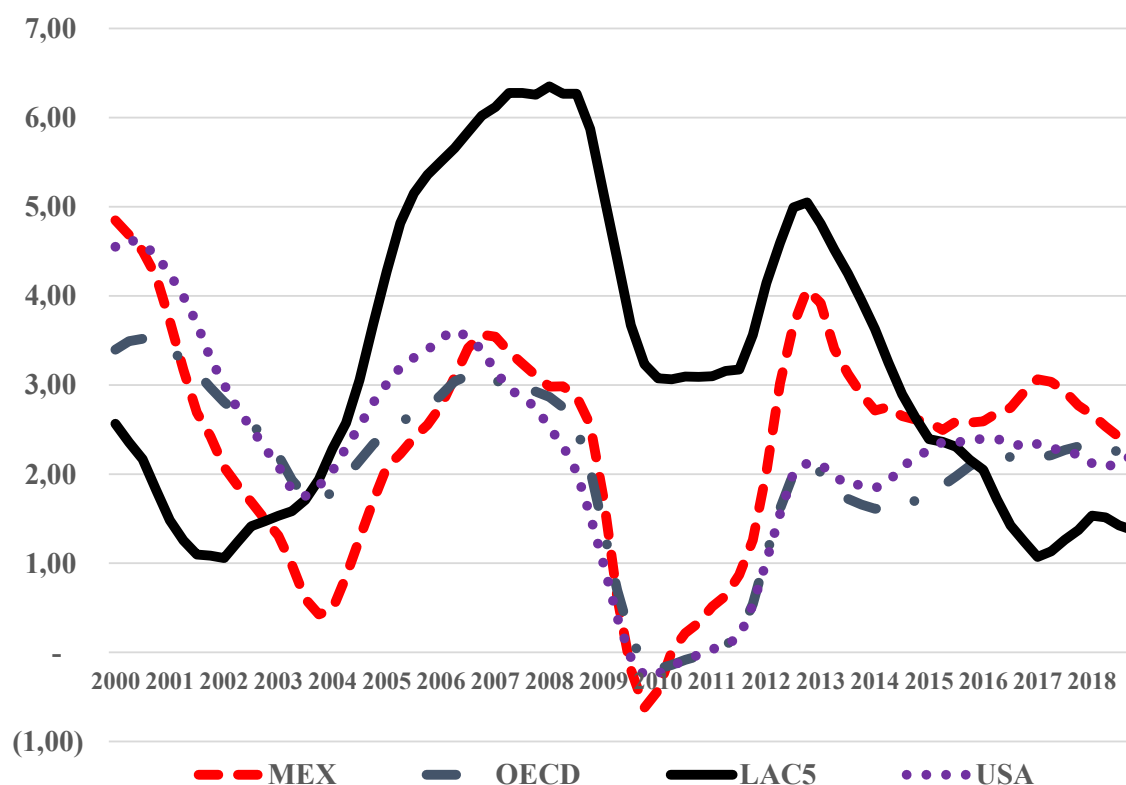


Figure 1: Real GDP growth in Mexico, USA, LAC-5 countries and the OECD from 2000 to 2018

Source: OECD, 2019, page 8.

Furthermore, the relative poverty⁷⁵ in relation to the total population is very high, especially in the federal states with a high indigenous population, such as Oaxaca. Figure 2 below shows poverty and extreme poverty for the year 2016.

⁷³ See OECD, 2019, page 7.

⁷⁴ The LAC-5 countries are Argentina, Brazil, Chile, Colombia and Costa Rica.

⁷⁵ This poverty indicator issued by CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) is not based purely on income, but rather income plus lack of quality housing, lack of access to basic educational services, lack of access to basic housing services, lack of access to food, lack of access to health services and lack of access to social security. The population in extreme

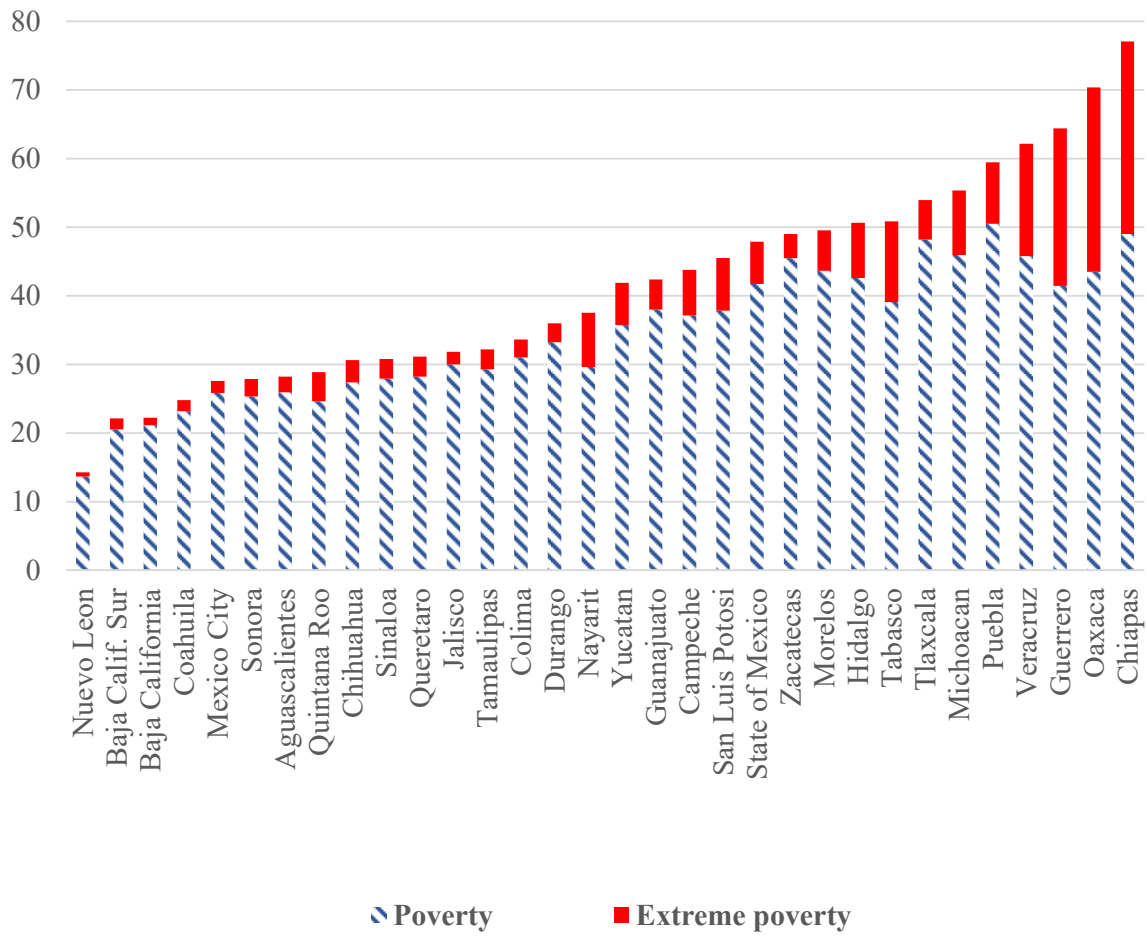


Figure 2: Poverty and extreme poverty in 32 federal states in Mexico in 2016
 Source: OECD, 2019, page 12.

Compared with other OECD countries, Mexico collects a relatively low amount of taxes, ranking 36th out of 36 OECD countries in terms of the tax-to-GDP ratio in 2017. However, whereas the Mexican tax-to-GDP ratio has increased from 11.5% in 2000 to 16.2% in 2017, the OECD average in 2017 was only slightly above the 2000 level; 34.2% compared with 33.8%.⁷⁶

poverty is the group whose income cannot ensure adequate nutrition and who is deprived in at least three of the six social indicators. The population in poverty includes those whose income cannot ensure adequate access to nutrition and basic services and who are deprived in at least one of the social indicators.

⁷⁶ See OECD, 2018, page 2.

Table 2 below highlights the Mexican tax structure in relation to the GDP.

	Mexico in 2013	Mexico in 2017	OECD in 2017
Total tax revenues	13.3	16.2	34.2
➤ Personal income tax	2.6	3.5	8.2
➤ Corporate income tax	2.4	3.5	2.9
➤ Value-added tax	3.4	3.7	6.8
➤ Social security contributions	2.2	2.1	9.2
➤ Property taxes	0.3	0.0	1.9
➤ Other taxes	2.4	3.4	5.2
Revenues from oil	8.0	5.0	0.0 ⁷⁷

Table 2: Tax structure in relation to the GDP in 2013 and 2017

Source: OECD, 2019, page 36.

There is a huge vertical fiscal gap in Mexico since the 32 federal states as well as the municipalities are extremely dependent on transfers and do not have great fiscal autonomy. The largest sources of revenues are unconditional transfers (*participaciones, ramo 28*) and conditional transfers (*aportaciones, ramo 33*).

The *participaciones* are basically a tax-sharing transfer from the central government to the federal states⁷⁸. Through the General Fund for Revenue-Sharing Transfers (*Fondo General de Participaciones*), 20 percent of all central tax revenue and central income from extractive industries are transferred to all 32 federal states based on a formula.⁷⁹ The federal states, in turn, are required to transfer at least 20 % of their revenues from this tax-sharing system to their municipalities, but every federal state can develop its own formula for distribution to the municipalities.

⁷⁷ The oil revenues of all OECD countries were subsumed under "Other taxes".

⁷⁸ The tax sharing system was introduced in 1978, when the central government replaced some indirect state and local taxes with a national value-added tax.

⁷⁹ Since 2007, transfers have been distributed using a formula based on population, state GDP, and the state's own tax collection system, introduced gradually. As population becomes a dominant factor in the distribution formula, it is expected that *Participaciones* will favor some regional redistribution: taxes that are largely collected in the most developed regions of the country will be distributed on an equal per capita transfer basis. Moreover, it must be borne in mind that State and municipal tax collections per inhabitant in the north-east and central north regions are 4.5 times higher than the collections by state and local governments in the south-west. Mexico City collects 15 times more state and municipal revenues per capita than Chiapas, Oaxaca and Tlaxcala and over 10 times more than in Guerrero and Zacatecas, the states with the lowest subnational tax collections. See World Bank, 2019, page 112.

Besides this general tax-sharing system, a number of other smaller funds exist within the unconditional transfer system. The Fund for the Promotion of Local Governments (*Fondo de Fomento Municipal*) and Fund for Municipalities Located along the Border or in Coastal Areas (*Fondo para Municipios Colindantes con la Frontera o los Litorales*) comprise fiscal resources transferred directly from the central level to the local units. The *Fondo de Fomento Municipal* receives 1 % of the nationwide, shared taxes and the *Fondo para Municipios Colindantes con la Frontera o los Litorales* receives 0.36 % of all shared taxes which it distributes according to the value of international trade processed at seaports and border crossings in each municipality. Another fund is the Revenue Collection and Auditing Fund (*Fondo de Fiscalización y Recaudación*) which receives another 1.25 percent of shared taxes.

“Aportaciones” are earmarked and formula-based transfers from the central government to the federal states as well as from the central government directly to the municipal governments. For the municipal governments, the two most important conditional transfer schemes related to the Fund of Conditional Transfers to Strengthen Mexico’s municipalities and the Delegations of the Federal District (*Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de los Territorios del Distrito Federal* (FORTAMUN)) and the Fund of Conditional Transfers for the Construction of Social Infrastructure (*Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social* (FAIS)).

In the last two decades a paradigm shift has taken place in Mexico, since the relative importance of unconditional transfers (*participaciones, ramo 28*) has fallen compared with the past and, at the same time, conditional transfers (*aportaciones, ramo 33*) have a relatively higher importance for the municipalities. However, this development reduces the financial autonomy of the municipalities, because a mayor can autonomously decide on unconditional transfers, while earmarked transfers determine the area of expenditure by defining the purpose and thus restrict financial autonomy. The following Figure 3 shows the development of the relative amounts as a percentage and as an absolute amount in Mexican Pesos for both transfer types from 2000 until 2016:

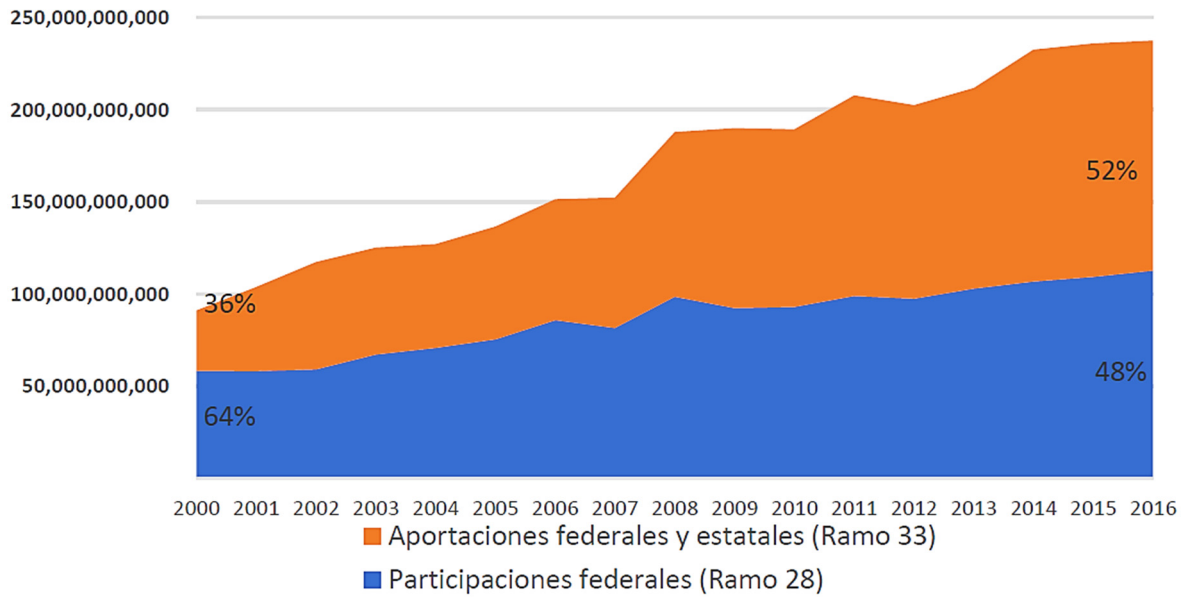


Figure 3: Development of ramo 33 and ramo 28 from 2000 until 2016

Source: GIZ, 2018, page 33.

However, the vertical transfers *participaciones* and *aportaciones* are the most important sources of revenue for Mexican municipalities. Fiscal autonomy is therefore eroded and the municipalities’ own resources –taxes and user fees – play only a minor role as source of income. The main reason for the low influence of local taxes is that there are no local business taxes and the property tax (*impuesto predial*) only generates a low amount of revenues. The following Figure 4 presents the revenue structure of all Mexican municipalities from 2000 until 2016.

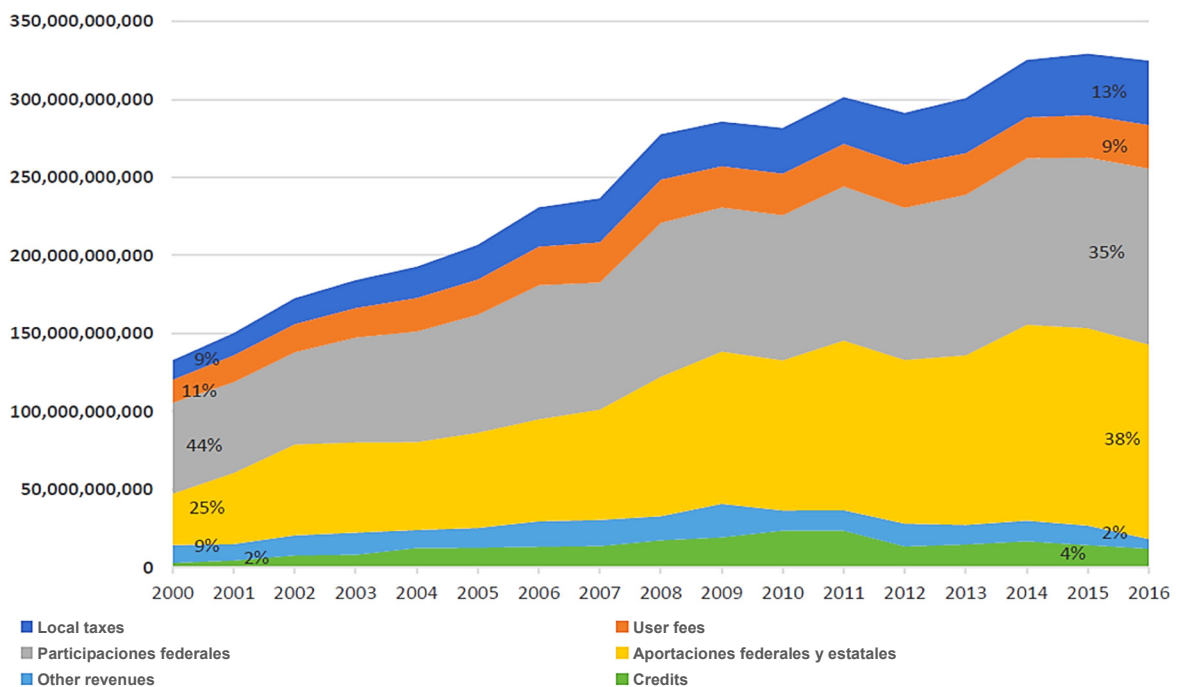


Figure 4: Development the revenue structures of the Mexican municipalities from 2000 until 2016

Source: GIZ, 2018, page 36.

The state of Oaxaca uses the following system to determine the full **amount** of the *participaciones* from the provincial government to the municipal units:

Name of resource	Percent for the municipalities	Value in millions of Mexican Pesos in 2018 for the municipalities	Value millions of Mexican Pesos in 2019 for the municipalities
General tax-sharing fund called fondo general de participaciones	21 %	3,111	3,299
Tax-sharing from alcohol taxes called participaciones por impuestos especiales	20 %	47.5	41.8
Tax on new cars called impuesto sobre automoviles nuevos	20 %	22.2	21.1
Compensation Fund for the tax on new cars called fondo de compensation del impuesto sobre automoviles nuevos ⁸⁰	20 %	6.2	6.2
Revenue Collection and Auditing Fund called Fondo de Fiscalizacion y Recaudacion	20 %	169	160
Fund for the Promotion of Local Governments called Fondo de Fomento Municipal	100 %	1,309	1,383
General compensation fund called fondo de compensation	20 %	116,6	120,8
Fund for gasoline taxes called Impuestos a las Ventas Finales de Gasolinas y Diésel	20 %	88.4	93.4
Total value / Budget _t	X	4,869	5,125
Value per inhabitant		1,187	1,250

Table 3: Origin of sources of the *participaciones* in Oaxaca in 2018 and 2019

Source: own data and estimations taken from Periodico Oficial 2018 and 2019 of Gobierno de Oaxaca

⁸⁰ In some laws the term Fondo Resarcitorio del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos is also used.

The state of Oaxaca uses the following formula for the **distribution** of the *participaciones* from the provincial government to the municipal units,

$$T_i = \text{Budget}_t * (0.50 * (\text{POP}_i / \text{POP}_{\text{Oaxaca}}) + 0.50 (\text{LocalRev}_i - \text{LocalRev}_{\text{Oaxaca}}))$$

T_i : receiving transfer of the local authority i

Budget_t : budget available for distribution in year t

POP_i : number of inhabitants in local authority i based on the 2015 census

$\text{POP}_{\text{Oaxaca}}$: total population in province Oaxaca based on the 2015 census

LocalRev_i : own revenues collected in local authority i

$\text{LocalRev}_{\text{Oaxaca}}$: total of own revenues collected in the State of Oaxaca

The formula is divided in two parts. First, all municipalities receive exactly the same amount as in the tax year of 2013, which could be described as a guarantee factor or lump sum.

However, the difference between the additional available amounts of the participations from the year 2013 to the year 2019 is only 673 millions of Mexican peso. Thus, only 20 percent of the total distributed amount are actually subject to distribution under the above presented formula. 80 percent of the unconditional transfers are distributed according to the guarantee factor.

The remaining amount after this guarantee factor is based on the two factors population and revenue. The population factor $0.50 * (\text{POP}_i / \text{POP}_{\text{Oaxaca}})$ is not adjusted in any way and every municipality receives the same amount of participaciones per inhabitant, i.e., there is no prime on, e.g., inhabitants of larger cities or inhabitants of remote regions. The revenue factor $(0.50 (\text{LocalRev}_i - \text{LocalRev}_{\text{Oaxaca}}))$ is an incentive factor, because if a municipality's revenues are higher than the provincial average, that municipality will receive more fiscal funds based on the formula and if a municipality has no revenues of its own, it will not receive any funds at all.

The population factor is most certainly in line with international customs, but the revenue factor is subject to criticism. First of all, such an incentive factor has a negative impact on the goal of equalisation, because it means that fiscally strong municipalities receive a relatively higher amount than the average municipalities and fiscally weak municipalities are actually punished by this factor. This is a particular problem for the indigenous population in the municipalities with the status "*usos y costumbres*", which do not have high revenues of their own. On the one hand, the proportion of land classified as "Ejidal" and "Comunal" is very high, resulting in a

low tax base. On the other hand, the administrative capacities in these communities are also very low.⁸¹

Secondly, the revenue factor is not purely based on local taxes or only on one local tax such as the *impuesto predial* (property tax); it also includes revenues from charges, mainly from water charges. It does not make sense to include water charges in this revenue factor because the idea of an incentive grant is to increase the fiscal freedom of a local unit. However, only a tax generates fiscal freedom for local units, while a charge means that the municipality has to provide a special public service with a similar value. Furthermore, the consideration of water charges presents a fiscal disadvantage for the municipalities with the status *usos y costumbres* because they have less access to mains water or relatively more homes without a sewage system.

The four, main problems of the local public finance system in Oaxaca are:

- (1) There is no fiscal autonomy for the 570 municipalities in the State of Oaxaca because the main revenue sources are the vertical transfers from the province to the municipalities.
- (2) Property tax, which is the main tax collected autonomously by the local authorities in Oaxaca, does not generate a sustainable income, because
 - 186 municipalities did not have any revenues from property tax in 2018,
 - 107 municipalities collected less than 10,000 Mexican pesos in 2018
 - and 79% of the entire property in Oaxaca is social property – *Ejididos or Comunidades* – and this is de facto exempt from any property taxation.⁸²
- (3) The formula for the *participaciones* in Oaxaca generates the wrong incentives and finally the formula does not change the current situation for the better, but instead increases the fiscal gap between rich and poor municipalities. Moreover, 80 % of the total volume is fixed by the guarantee factor and this is another major weakness, because such non updated lump sum cannot generated any incentives.
- (4) Lack of human resources and capacities in the 570 municipalities in Oaxaca, especially in the 417 with an indigenous structure.

In combination with the low fiscal autonomy of the municipalities already presented, local expenditure is dependent on provincial transfers that leave little room for any freedom of fiscal policy. Unfortunately, a low quality of education and health services

⁸¹ A map of Oaxaca with the different property classification of “Ejididos” or “Comunidades” is located in annex.

⁸² The annex shows a chart illustrating the distribution of Ejidos or Comunidades in all 32 federal states of Mexico.

leads to low living standards, and their improvement is the key to raising the economic prospects of the municipalities in Oaxaca. Only well-educated people with a reliable supply of public services are able and willing to pay taxes.

2 Recommendations for Oaxaca's local public finance system

The **first recommendation:** The local governance system in Oaxaca suffers from a lack of manpower in the 570 municipalities in Oaxaca, especially in the 417 with an indigenous structure. There is therefore a huge personnel deficit in terms of administrative knowledge and skills in the municipalities in Oaxaca. However, the general principle for successful decentralisation is that “finance follows function, and function follows capacity.”

A sound local public finance system requires a reliable supply of adequate manpower with the necessary technical skills and in order to ensure this, it is recommended that a local governance school is created with the name Benito Juarez Local Governance Institute which will serve as a local governance public service academy.

In the future, every newly elected mayor will have to participate in a course on the principles of public management (budget cycle, auditing, municipal revenues, ramos 33 versus ramos 28, expenditure of the local units, etc.). The course will last one week and the costs of the course as well accommodation and transportation costs will be completely covered by this new Institute. The budget of the Institute itself will be financed by the provincial Ministry of Finance of Oaxaca. Moreover, the Institute will offer additional courses to all mayors or public servants in local administration.

The **second recommendation:** Significant forms of own-source revenue must be introduced in the municipalities in Oaxaca. Currently, the municipalities are highly dependent on vertical transfers from the provincial government and have no fiscal autonomy. One of the key issues for the local authorities in Oaxaca is thus to release them from their fiscal dormancy and enable them to generate own-source revenues.

Own-source revenues may be either taxes or fees, but fees and user charges also imply direct costs for a local jurisdiction; no fees are generated if no service is offered. For this reason, taxes are always preferable to fees.

A property tax seems to be the only advisable option in the context of Oaxaca because no enhanced personal income tax system yet exists in Mexico, which would allow local piggy back surcharges on the national personal income tax, as in the Nordic countries, Switzerland, Belgium and Croatia. Neither is a tax-sharing system possible in Oaxaca such as that in Bolivia, Pakistan or Germany, where a significant share of taxes being allocated to the local units, because any reform of the current tax-sharing system in Mexico requires a consensus of the central government and all 32 federals

states and - even if such a consensus was reached – tax-sharing of this kind would not increase the fiscal freedom of the municipalities in Oaxaca sufficiently.

Hence, the introduction of a new, local property tax could be the only main source for generating local revenues. However, the introduction of a property tax system is not a short-term goal; it has to be seen as a medium/long-term goal since its introduction requires a thorough strategy and implementation plan, which could be developed over the next five years.

A general problem of all property tax systems is the question of how to obtain a market-based valuation of property without generating high administrative costs.

In the case of Oaxaca, the provincial cadastre is incomplete. Furthermore, since properties are sold without conveyance duty / real estate transfer tax, it is not possible to determine property values on the basis of selling prices, either.

A tailor-made property tax system for Oaxaca should therefore be based on the concept below. A property tax in the rural areas / *usos y costumbres* is not possible, due to a lack of skilled work force in the local administration, the high percent of “Ejidos” or “Comunidades” in these municipalities, which leads to a small tax base as well as political willpower. A new urban property tax is therefore only relevant for the twenty biggest municipalities in Oaxaca.

In the transition period, three of the 20 municipalities should be named as pilot municipalities; however it is very important that these three pilot municipalities participate in this transition period voluntarily. Property valuation and tax collection should be handled by the provincial administration without any costs for the three pilot municipalities.⁸³ Due to the incomplete property cadastre, property values cannot be established based on the selling prices of neighboring properties. The assessment of property must therefore be handled by the regional government (Instituto Catastral del Estado de Oaxaca) along the following general guidelines:

- The tax rate should be fixed independently by every municipality with the provincial government setting only a minimum tax rate. This feature guarantees high revenue autonomy for the municipalities.
- Three benchmark indicators could be used to determine the tax assessment base for real property:

(a) maximum ground space,

⁸³ Tax administration and tax collection should be handled by the provincial administration, with the provincial government receiving 10 % of the total tax revenues as a refund for administration costs. This feature can be compared to a tax-sharing system.

(b) maximum number of floors,
and (c) size of property.⁸⁴

All three figures would be multiplied and, in order to attract incentives for optimal land use, it would be irrelevant whether the property is fully constructed or undeveloped.

- The municipalities would divide individual building sections into special building zones, to which they would allocate individual building zone factors. The municipalities themselves would decide not only how high this building zone factor should be, but also how big the zone should be.
- The municipalities would also set the local real property tax rates, with all zones being subject to the same municipal assessment rate.
- The real property tax rates set by municipalities would be subject to a minimum/maximum range fixed by the provincial government. This aims to ensure that municipalities do not set rates that are either excessive or so low that the property tax contributes only marginally to a municipal budget.

Hence, the new urban property tax would be calculated as follows:

$$\text{Ground space} * \text{Floor number} * \text{Size of property} * \text{Zone factor} * \text{Local tax rate} = \text{Tax liability}$$

These approaches should be reviewed with the aim of establishing a standard valuation process best suited to the remaining 17 urban municipalities in Oaxaca. A new property tax system such as this could be implemented within the next five years in Oaxaca, provided there is a common political willpower. Moreover, a well-conceived and properly managed pilot program involving three municipalities could be completed within three years. Such a pilot program could form the basis for the new urban property tax system that would benefit from the culture and experience developed during the pilot phase.

The **third recommendation** is to create a new formula for the participaciones (ramos 28). To prevent any future ad-hoc decision-making or even political pork barrelling, it is essential that the Ministry of Finance of Oaxaca publishes all information – the formulae, data collected and calculations for every municipality – in advance on the internet. Such a transparent process would, on the one hand, allow the municipalities

⁸⁴ Indicator c is measured in square meters, whereas the two indicators a and b are measured in decimal numbers and calculated in relation to the total size of the property. For example, if a property has a size of 400 square meters and the building on this property has two floors, with a ground space of 240 square meters, the respective benchmark indicators are a = 0.6, b = 2.0, and c = 400.

to control the whole work flow of the transfer system, while at the same time enabling the civil society to cross check how funds have been delivered from the provincial government to their respective municipalities.

Moreover, the new formula should following the principle of the Agenda 2030 and combine social inclusion, economic growth, and environmental protection in a sustainable development. In the current circumstances of Oaxaca the sub dimension of “Leaving no one behind “is very important for the indigenous population as well to take urgent action to combat climate change and its impacts.

The following block grant formula is a transparent and easily administrable example for Oaxaca:

$$T_i = \text{Budget}_t * (0.60 * (\text{POP}_i / \text{POP}_{\text{Oaxaca}}) + 0.30 (\text{LocalRev}_i - \text{LocalRev}_{\text{Oaxaca}}) + 0.05 * \text{climate resilience factor} + 0.05 * \text{green electricity factor})$$

T_i : receiving transfer of the local authority i

Budget_t : budget available for distribution in year t

POP_i : number of inhabitants in local authority i based on the 2015 census

$\text{POP}_{\text{Oaxaca}}$: total population of the whole province based on the 2015 census

LocalRev_i : property tax collected in local authority i per capita (based on the 2015 census)

$\text{LocalRev}_{\text{province}}$: total property tax collected in the province of Oaxaca per capita (based on the 2015 census)

Climate resilience factor = funds for municipalities based on the *Declaracion de Desastre (SEGOB)* & resilience committee

Green electricity factor = funds for municipalities which have installed new green energy infrastructure starting in 2020

With respect to the population indicator, a readjustment factor should be used for municipalities with more than 100,000 and less than 5,000 inhabitants. A metropolitan area has higher expenditure needs per capita than a city with just 10,000 inhabitants. On the other hand, the least populated municipalities in Oaxaca, which are usually located in remote and difficult to access regions, have the biggest deficit in local infrastructure a provision of public services although one principle of Agenda 2030

is that no one should be left behind. Therefore, the number of inhabitants in the municipalities with more than 100,000 citizens and less than 5,000 would be "readjusted" in the formula, i.e. the number of inhabitants would be multiplied by a factor of 1.10.⁸⁵

As regards the "LocalRev" indicator, this would not be an equalisation indicator between the municipalities – again similar to the current formula – but rather it could be an incentive grant, meaning that for every Mexican Peso collected from property tax, the municipality would receive an additional Mexican Peso from the transfer system as an incentive to collect the tax properly. For this reason, only municipalities with more than the provincial average per capita will receive funds for this indicator.⁸⁶ For the three pilot municipalities it will act as the incentive carrot for the new urban property tax, because if the transition period is a success, they will receive additional funds based on this indicator. If the pilot municipalities receive more funds in relative terms as a result of this indicator, the remaining 17 urban municipalities will surely want to replace the current property tax with the new urban property tax.⁸⁷

The climate resilience factor is an ex post indicator which supports the municipalities that have an extra fiscal burden due to the climate change (flood, drought, hurricane, rising sea levels, etc.) or any natural catastrophe such as earthquakes. A transparent classification of the respective municipalities can be achieved by using the central government's *Declaracion de Desastre (SEGOB)* as the decision indicator for the affected municipalities. This indicator is an additional instrument alongside the existing funds from the central government, but in case of an emergency, these central government funds are not sufficient for the municipalities in Oaxaca. In years where no municipality is classified by the *Declaracion de Desastre (SEGOB)*, the funds are transferred in full to the next fiscal year. Moreover, the exact distribution of funds between the municipalities is determined by the resilience committee.⁸⁸

⁸⁵ Such a readjustment is a common international standard. For example, in the equalisation formula for the 16 federal states in Germany, the three city states Berlin, Bremen and Hamburg receive a bonus of 35 % for their inhabitants compared to the remaining 13 federal states. The local equalisation system in Germany also has a readjustment factor for metropolitan cities. Denmark and Sweden even have an inhabitant readjustment factor for the local units, based on the age structure within the local equalisation system. See Werner, 2018 and Werner / Shah, 2005.

⁸⁶ Surely this violates the principle of "Leaving no one behind" for the indigenous municipalities, but those group of municipalities are already supported by the population readjustment.

⁸⁷ However, in the long run this indicator should be changed to an equalisation grant, which would reduce the fiscal gap between fiscally rich municipalities and fiscally poor municipalities.

⁸⁸ The resilience committee consists of three persons. One representative selected by the provincial Ministry of Finance, one representative from the 417 indigenous municipalities (usos y costumbre)

The green electricity factor provides funds to those municipalities that plan to install the six⁸⁹ renewable energy forms – solar, wind, hydroelectric, geothermal, tidal and biomass – in their jurisdiction after the base year 2020. To simplify the calculation process, only power plants with a minimum output should be taken into consideration, because otherwise every solar panel would have to be counted.⁹⁰ This indicator specifically fulfils indicator 7 and 13 of the agenda 2030. Worldwide there is no indicator in any intergovernmental formula, which considers the production of renewable energy.

Any formula requires a constant review and the formula of the participaciones in Oaxaca should therefore be renewed every five years.

3 Conclusion

Local public finance and fiscal transfers are a highly technical as well as political issue. Institutional arrangements can reduce or increase fiscal conflicts and for this reason, no one should underestimate the importance of the institutional arrangement of the future local public finance system in Oaxaca.

It is important to bear in mind the administrative capacity of the provincial MoF and the amount - quality and accuracy - of data available in Oaxaca if a new formula for the participaciones is to be implemented. Consequently, it is essential to keep things simple and transparent, to use the existing data on population figures, and to carry out a new census as quickly as possible to acquire an even more reliable indicator.

The following table classifies the three recommendations in terms of their temporal implementation.

and one representative from 153 municipalities with a minority indigenous population. In the selection process for the two local representatives, every city has just one vote, regardless of their population. Such a selection process could also mark the start of the process to found an Oaxaca Association of Municipalities. For a sound local public finance, it is very important at provincial level to have dialog partner who is authorized to present the viewpoints of the local level.

⁸⁹ Some scientists also include hydrogen among renewable energy forms, but the author of this report considers this energy form as a good transition product for oil for the transportation system.

⁹⁰ Decentralised solar panels are certainly a good solution for the topographical situation of Oaxaca and reduce the costs for new power supply lines.

Short term within one year	Medium term within 1-3 years	Long term within five years
<ul style="list-style-type: none"> ❖ The new formula for the participaciones is implemented ❖ Full operation of the local governance academy ❖ The twenty urban municipalities are informed about the new urban property tax ❖ The Instituto Catastral del Estado de Oaxaca will have sufficient manpower and political backing for the new urban property tax 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Three pilot municipalities have been selected for the new urban property tax ❖ After three years, an additional three to seven municipalities can introduce the new urban property tax 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ An urban property tax for the 20 biggest municipalities in Oaxaca nationwide local ❖ A revision of the formula of the participaciones

Table 4: Three recommendations and their roadmap

Moreover, even with the best taxation system in combination with an honest, non-corrupt tax administration, it is impossible to improve a tax collection rate without political willpower.

4 Appendix

The following figure presents the distribution of property between social property – *Ejid*os or *Comunidades* – and private property in Oaxaca in 2019:

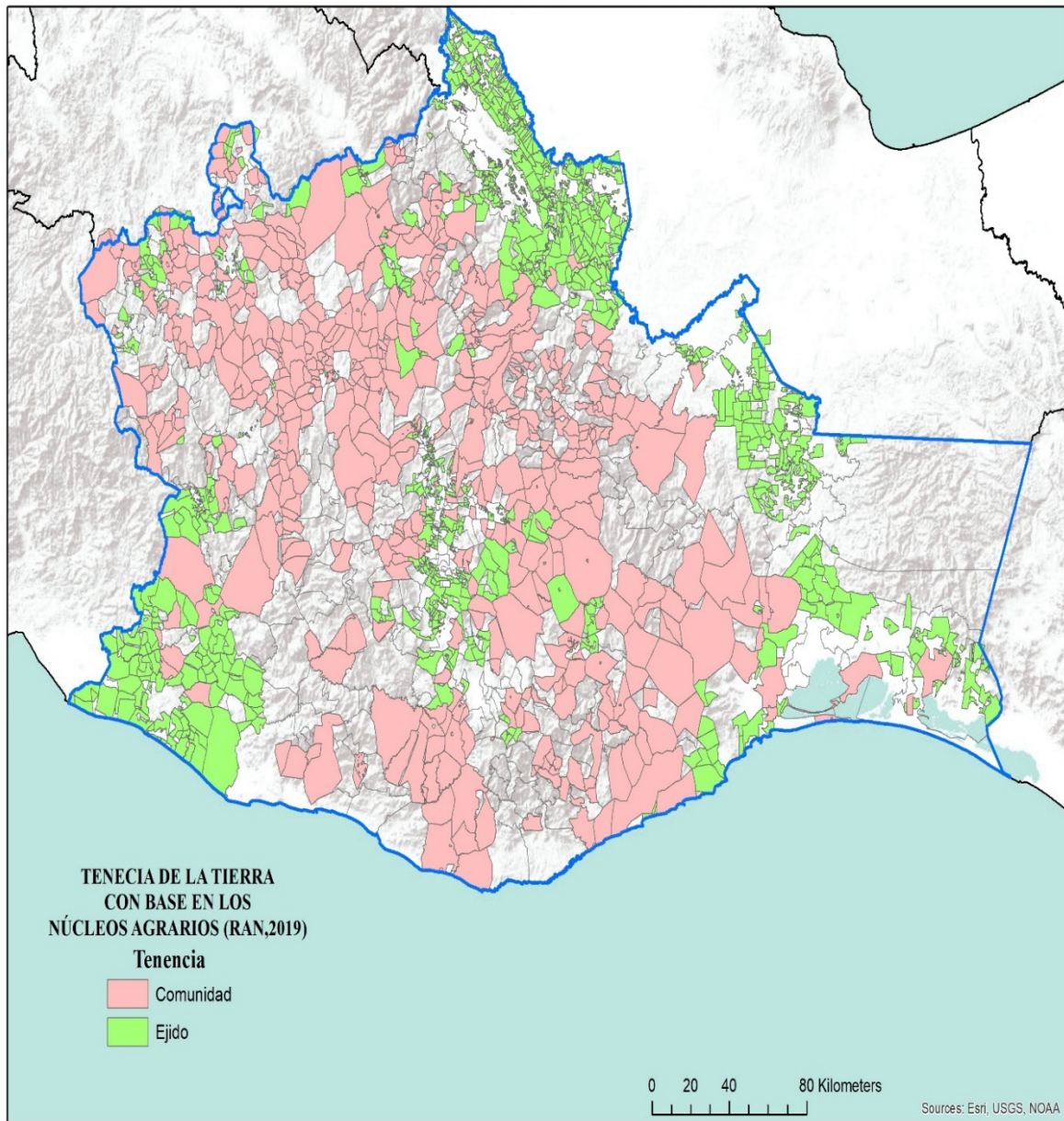


Figure A1: Property classification in Oaxaca in 2019

Source: Figure created by Oscar Figueroa based on Registro Agrario Nacional (RAN) 2019: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-de-las-tierras-de-uso-comun-por-estado--formato-shape> and Municipios INEGI 2015: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

The following figure presents the percentage of property, which is social property – *Ejid*os or *Comunidades* – of the total property in every federal state in the year 2014:

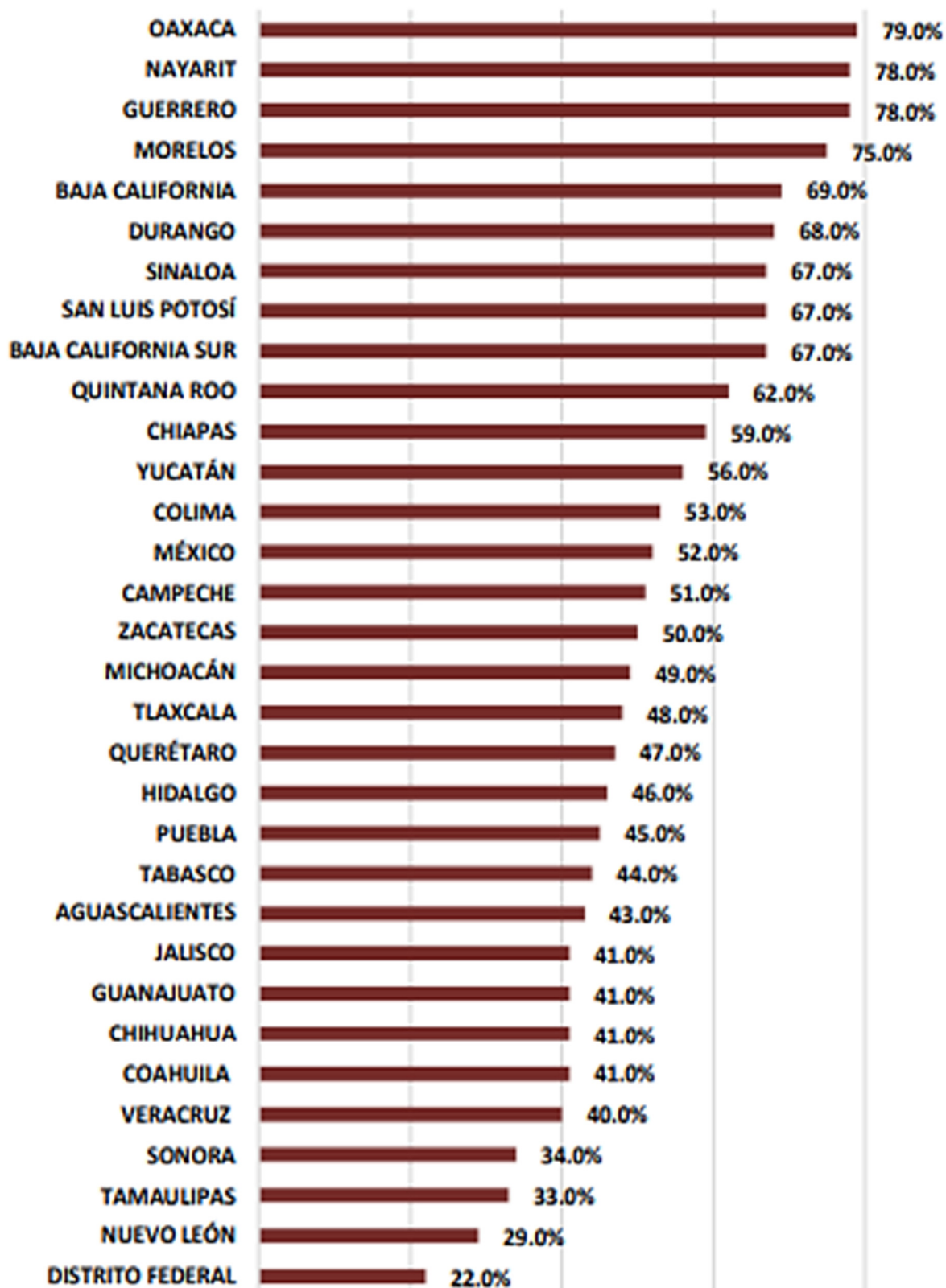


Figure A2: Social property as % of the total property in 2014

Source: GIZ, 2018, page 36.

5 References

- GIZ (2018): Fortalecimiento de la gestion de la finanzas municipales en Mexico para el manejo ambiental urbano – segundo producto, Mexico Ciudad, Mexico.
- OECD (2019): OECD Economic Surveys Mexico, Paris, France.
- Periodico Oficial del Gobierno de Oaxaca (2019): Vigésimo de marzo del 2019, No. 1, Oaxaca de Juarez, Mexico.
- Periodico Oficial del Gobierno de Oaxaca (2018): Veintisiete de enero del 2018, No. 4, Oaxaca de Juarez, Mexico.
- United Nations (2019): World Population Prospects 2019, Volume I: Comprehensive Tables, New York, USA.
- Werner, Jan/Shah, Anwar (2005): Equalisation and Local Taxation in Denmark, Norway and Sweden, ILPF Working paper 02-2005, page 1–21.
- Werner, Jan (2018): Equalisation among the states in Germany: The Junction between Solidarity and Subsidiarity, in: Revista Presupuesto y Gasto Público, Volume 92, page 155–176.
- World Bank (2019): Systematic Country Diagnostic: Mexico, Washington, USA.



The term mobility has different meanings in the following science disciplines. In economics, mobility is the ability of an individual or a group to improve their economic status in relation to income and wealth within their lifetime or between generations. In information systems and computer science, mobility is used for the concept of mobile computing, in which a computer is transported by a person during normal use. Logistics creates by the design of logistics networks the infrastructure for the mobility of people and goods. Electric mobility is one of today's solutions from an engineering perspective to reduce the need of energy resources and environmental impact. Moreover, for urban planning, mobility is the crunch question about how to optimize the different needs for mobility and how to link different transportation systems. In this publication we collected the ideas of practitioners, researchers, and government officials regarding the different modes of mobility in a globalised world, focusing on both domestic and international issues.



ISBN 978-3-86309-794-3



9 783863 097943

www.uni-bamberg.de/ubp/