

Mobility in a Globalised World 2019

Jan Werner, Niels Biethahn, Reinhard Kolke, Eric Sucky,
Wilfried Honekamp (Hg.)



University
of Bamberg
Press

23 Logistik und Supply Chain Management

Logistik und Supply Chain Management

Band 23

Herausgegeben von
Prof. Dr. Eric Sucky



Mobility in a Globalised World 2019

Jan Werner, Niels Biethahn, Reinhard Kolke, Eric Sucky,
Wilfried Honekamp (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.

Das 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 2020
<http://www.uni-bamberg.de/ubp/>

ISSN: 2191-2424

ISBN: 978-3-86309-731-8 (Druckausgabe)

eISBN: 978-3-86309-732-5 (Online-Ausgabe)

URN: urn:nbn:de:bvb:473-irb-476706

DOI: <http://dx.doi.org/10.20378/irb-47670>

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 2019

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 optimise 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

Reinhard Kolke holds a PhD in engineering from the mechanical engineering faculty at Otto-von-Guericke University in Magdeburg, Germany. In 2007, he became the Director of ADAC's strategic business unit Test and Technical Services. Furthermore, he is a Director in the Euro NCAP Board and currently chairman of the FIA Technical Working Group of the European Automobile Clubs. 2012 – 2016 he also became a Professor for Automotive Technology Management at the Business and Information Technology School, Iserlohn. Currently he gives lectures at the University of Applied Science in Kempten.



Dr.-Ing. Reinhard
Kolke

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. Currently, 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.



Prof. Dr. Jan
Werner

Wilfried Honekamp has been a professor in applied computer science at the University of Applied Police Sciences of the Academy of Hamburg Police since 2014. His focus areas in teaching and research are cybercrime, computer forensics, IT security, as well as IT systems and procedures of the police. He received a PhD from the Tyrolian University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology and started his academic career 2010 as a professor in software engineering and programming at the University of Applied Sciences Zittau/Görlitz.



Prof. Dr.
Wilfried
Honekamp

Danksagung

Die zunehmende Verknüpfung von Mobilität und Sicherheitsakten zog sich wie ein roter Faden durch die Panels „Mobility in Computer Science“, „Mobility in Logistics“, „Mobility in Engineering“ sowie das doppelt besetzte Panel „Mobility in Urban Economics“ der 9. Mobility in a Globalised World-Konferenz, welche in September 2019 in Hamburg stattfand.

Für die vielen Beiträge, die gleichermaßen exzellent und aktuell waren, danken die Herausgeber allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen. Eine internationale Konferenz ist immer die Zusammenarbeit vieler Engagierter. All denjenigen, die uns in den verschiedensten Bereichen unterstützt haben, wollen wir danken.

Unser besonderer Dank gilt hierbei der Akademie der Polizei in Hamburg für die Unterstützung und die Bereitstellung der Räumlichkeiten sowie Professorin Kristin Pfeffer, die uns in ihrer Funktion als Dekanin der Akademie der Polizei sehr herzlich begrüßte. Die lokale Ausrichtung durch Profssor Wilfried Honekamp war exzellent und insbesondere der gemütliche „Hamburg Evening“ im Restaurant Waterkant sowie die eindrucksvolle Führung im Hamburger Polizei Museum bleiben allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen der Konferenz positiv in Erinnerung.

Zu Dank verpflichtet sind wir auch den Mitgliedern des Scientific Committee, die viel Zeit für die Prüfung der eingegangenen Abstracts aufgewendet haben, und den Modulleitern, die für die Ausgestaltung des Programms zuständig waren.

Herzlicher Dank gilt dem Team des Lehrstuhls für BWL, insbesondere Produktion und Logistik an der Universität Bamberg, insbesondere Sophie Kurbjuhn und Vanessa Felch, die in vielen Stunden aus unzähligen Einzelteilen ein druckreifes Gesamtwerk erstellt haben.

Bamberg, Mai 2020

Jan Werner, Niels Biethahn, Reinhard Kolke, Eric Sucky, Wilfried Honekamp

Widmung Prof. Dr. Volker Busch

Die Herausgeber und Unterstützer der MIGW trauern um unseren Freund, Kollegen und wissenschaftlichen Ratgeber Prof. Dr. Volker Busch.

Volker unterstützte und begleitete die MIGW-Konferenzserie von Anfang an. Schon die erste Konferenz im Jahr 2011 wäre ohne seine Hilfe als damaliger Rektor der BiTS-Hochschule nicht zustande gekommen.

Viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten im Laufe der Jahre Gelegenheit, während der MIGW-Konferenzen die optimistische, kluge und charmante Ausstrahlung von Volker kennenzulernen. In den letzten vier Jahren war er jedes Mal mit einem eigenen Vortrag oder Panel vertreten.

Doch vor allem war er vielen von uns als ein wirklich guter Freund verbunden. Wir werden seinen Humor, seine Ausgeglichenheit und sein großes Herz nie vergessen. Volker Busch wurde am 10. Dezember 2019 unerwartet aus dem Leben gerissen. Ohne seine Unterstützung würde es die MIGW heute nicht geben. Daher ist dieser Konferenzband ihm gewidmet.

Jan Werner, Niels Biethahn, Reinhard Kolke, Eric Sucky, Wilfried Honekamp

Inhaltsverzeichnis

Mobility in Computer Science	1
Wilfried Honekamp, Günter Koch	
Simulative Workload Analysis of Police Forces	7
Tobias Cors, Kai Hoth, Martin Tschöke, Malte Fliedner, Knut Haase, Wilfried Honekamp	
Port Logistic IT Security Monitoring	17
Wilfried Honekamp, Lars Damm, Torsten Fokuhl	
Risk Analysis of NFC Payment Systems	27
Jonathan Reimers, Wilfried Honekamp	
Mobility in Urban Economics	39
Jan Werner	
Local Public Finance in Libya: Learn to Walk before You Run	43
Jan Werner	
Diffusion einer disruptiven Innovation am Beispiel der E-Mobilität in Deutschland	65
Christian Lucas	
The Internationalisation Process of German Enterprises in Brazil	81
Mariana Fleischhauer Corrêa da Costa, Jan Werner	
Mobility in Logistics & Business Models	93
Ivonne Honekamp	

Temporary Personnel Services in Operating Theatre Nursing.....97

Ivonne Honekamp, Liesa Fichtner

Bundesstaatliches Buy-Out – Die Bewegung in der Finanzverfassung bringt den Bundesländern mehr finanzielle Sicherheit 107

Florian Kempf

Mobility in Logistics 117

Eric Sucky

Stand der empirischen Forschung im Supply Chain Management – Eine systematische Literaturanalyse 121

Larissa Schneider, Eric Sucky

Intralogistik 4.0: Die unternehmensinterne Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0..... 163

Stefan Motschenbacher, Vanessa Felch

Der prozessuale und technologische Stand von Essenslieferdiensten in Deutschland – Eine explorative Studie mit zwölf Experteninterviews und zwei Time-Motion-Studien 187

Julia Metz, Christian Straubert

Die Akzeptanz webbasierter EDI-Anwendungen durch kleine Unternehmen 225

Andreas Ott, Alexander Dobhan

Mobility in Technology.....257

Reinhard Kolke

**Climate Protection in the Transport Sector – The Key Role of Alternative
Fuels 261**

Thomas Willner

Fuels from Waste and Hydrogen – The HAW Hamburg Approach..... 291

Anika Sievers, Thomas Willner

Mobility in Computer Science

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Computer Science

Prof. Dr. Wilfried Honekamp

Academy of Hamburg Police, Carl-Cohn-Straße 39, 22297 Hamburg,
wilfried.honekamp@polizei-studium.org

Prof. Günter Koch

Humboldt Cosmos Multiversity, Tenerife, Canary Islands, Spain

Mobility in modern times is almost always accompanied by the application of computer science. In relation to this year's focus on mobility and security, the following three contributions show one commonality: different aspects of organising, exercising and maintaining security in the public space. The scope of the three topics reached from protection of public infrastructure, in concrete the Hamburg Sea Port and its logistics, then switch to the aspect of police force operation planning, and finally ending at the individual level of protection of individuals using near-field communication (NFC) technology in payment systems infrastructure.

A different aspect in applying automated algorithms is presented by Tobias Cors and his co-authors: They describe their approach on how to find an optimal solution in making best use of capacities of police force organised in so-called shifts, in combining a multitude of aspects to be considered as are

- district organisation (technically defined by radio areas),
- availability of police forces in the districts,
- availability of patrol cars,
- distances to arrive at a location of incident,
- frequency and intensity of occurrences – predictable, e.g. in case of events and by daily profiles, as well as unpredictable caused by random incidents,
- type of mission (162 mission causes have been identified), and
- mission variances and mission mixes.

The approach taken by the simulation building team is to conceive a simulation solution based on a stochastic process model which includes the following functions in stepwise sequence:

- ABC classification of incident = mission cause,
- analysing probability of mission occurrence by matching it against profile data available,
- travelling time calculated taking into account the resources available as well as using empirical data,

- identifying the mission profile fitting to the given case, also using prior cases for comparison, and
- documentation effort in the course of finalising a mission.

The simulation program is instantiated by a discrete event simulation model which, for inputs, uses the many different aspects mentioned above and tries to bring them in balance thereby finding the optimum. No question that the “algorithmisation” must be based on rules as have been designed by the programmers versus human-based experience. I.e. the validity of the solution by the simulation developed is to be measured by comparing the prediction made by the simulation program versus the real case. As for now, the predictions by simulation prove to come close to the real cases, however, this comparison also provides hints which parameters need special attention to be adapted. Future improvements are foreseen w.r.t. a) target KPI values making best use of the police force, b) inclusion of heuristics and c) finding best solutions by playing with a variety of capacity plans. As a consequence from this experiment, optimisation considerations will be started on the organisation and dimensioning of districts, as well as to find optimal shift plans.

The contribution by Lars Damm and Wilfried Honekamp starts from the widest perspective addressing the vulnerability of large and complex infrastructures as is the Hamburg Sea Port, Europe’s second largest port after Rotterdam. The Hamburg port logistics is operated by the HHLA (Hamburger Hafen und Logistik AG) and its IT department which covers the operation of the whole process from the container ship, via the container bridge, the container portal crane transport to the storage location and finally to the transfer of the containers to trucks and trains in their specific stations. From a data perspective three dimensions need to be covered which are

- workflow data for managing the different processes steering the flow of containers,
- allocation data maintaining the consistency between storage location and specific containers, and
- business data associated with the contents of containers.

All software and data are run in the HHLA-own system, the HHLA network. Due to the size and complexity of this system there exists a multitude of points of attack for outside intruders which may enter e.g. through web portals or communication connections as well as through usual user interfaces. Malware from outside can be infiltrated potentially through mail attachments, mobile data media (e.g. USB flash drive) or by access processes attempting phishing attacks or simply by human operators with doubtful intentions. In consequence the management of the HHLA IT is challenged to monitor and to discover cyberattacks applying a variety of methods as are

- general risk analysis,
- integrative analysis of data received from end points and sensors,
- intelligent combination of recognising different occurrences indicating an attack,
- identification of risks / attacks by means of artificial intelligence (AI), especially deep learning algorithms usually implemented through neural networks, and
- permanent observation of data traffic and identifying abnormalities at the fire-wall interface.

The challenge is not only to apply these different techniques rather than a) to continuously build or purchase own intelligent algorithms for recognition and defence of attacks, b) to exchange information with other institutions employed in defending against cyberattacks as are malware defence software producers, internet security service providers or partnering companies with which complementary insights gained on their side is being exchanged. Acquiring information, data and software for defending cyberattacks is a permanent activity operated by HHLA's IT, i.e. a permanent activity in producing prototype algorithms to be tested in different scenarios and, of course, even more in the case of a current attack. In order to obtain an idea on the dimension of damage produced by a cyberattack, the authors quote cases in which a container transport company had to suffer a decrease in turnover of up to \$ 300 Mio. or cases when drug trafficking using containers remained undiscovered due to manipulations introduced by hackers smuggled into the IT organisation.

A case touching the question of personal risk management is discussed in the paper of Jonathan Reimers and Wilfried Honekamp on the use of near-field communication (NFC) in payment applications, first hand using credit cards. NFC is based on RFID (Radio Frequency Identification) and allows two types of communication

- peer-to-peer: two active NFC units communicate actively with each other, and
- reader/writer mode: an active NFC unit communicates with a passive one which acts as a transponder.

The second case is the most commonly used application in practice and is best known by using credit cards with an element for touchless communication for payment e.g. at cashpoints. The point discussed in this paper in respect of security is that the physical radio signal distance between an active reader and a corresponding passive unit can be > 50 cm, however, in practice 30 cm and less are common. Such distance is large enough so that a person with an active reader as could be a smart phone can interfere with the transponder on a credit card.

The project reported is about tests reading data from a credit card using a smart phone with an NFC reader function as is available for free as an app (e.g. "Contactless Credit Card Reader"). The number of tests under each condition were 100 and the objective

was, if and how much and which data could be read from a corresponding transponder on a credit card under different physical circumstances. In the different conditions in the test series it turned out, that a single credit card with transponder function could be read with success at $\sim 80\%$ if loosely carried e.g. in a jeans or jacket or backpack pocket. Success in building communication goes down at $< 25\%$ if carried in a leather bag and is 0% when protected by an aluminium foil or a special protection box.

The paper describes which data can be extracted from a credit card and how this data can be used for credit card payment e.g. for internet orders. The objective of this research project is to identify and to recommend protection measures to avoid NFC data stealing, as are

- usage of special credit card boxes blocking RFID communication,
- putting credit cards in bigger container units such as large handbags,
- observing credit card transaction on bank account, and
- creating public awareness on the possibility of being pickpocketed.

In sum, as pointed out at the beginning, this panel session covered all dimensions from very large infrastructures down to urban districts and further down to a personal level discussing the question of how to protect against criminal data theft, data manipulation and cyberattacks. All the three papers explore “objects on the move” and how criminal intervention can damage the moving targets. The excitement of this panel is to learn about the dimensionalities of such problems as well as about the methodologies to cope with the challenges raised.

Simulative Workload Analysis of Police Forces

Tobias Cors

Hamburg University, Moorweidenstraße 18, 20148 Hamburg,
tobias.cors@uni-hamburg.de

Kai Hoth

Hamburg University, Moorweidenstraße 18, 20148 Hamburg,
kai.hoth@uni-hamburg.de

Dr. Martin Tschöke

Hamburg University, Moorweidenstraße 18, 20148 Hamburg,
martin.tschoeke@uni-hamburg.de

Prof. Dr. Malte Fliedner

Hamburg University, Moorweidenstraße 18, 20148 Hamburg,
malte.fliedner@uni-hamburg.de

Prof. Dr. Knut Haase

Hamburg University, Moorweidenstraße 18, 20148 Hamburg,
knut.haase@uni-hamburg.de

Prof. Dr. Wilfried Honekamp

Academy of Hamburg Police, Carl-Cohn-Straße 39, 22297
Hamburg, wilfried.honekamp@polizei-studium.org

1	Introduction.....	9
2	Data Analysis.....	9
3	Stochastic Process Models.....	12
4	Concept of the Simulation Model.....	13
5	Discussion of Results and Future Work	15
6	References.....	15

Abstract:

This chapter discusses a simulation model for conducting workload analyses of police forces. Due to the high operational heterogeneity and variability, determining reliable profiles for resource utilization and establishing their relationship to response times is a challenging task in and of itself that requires an adequate consideration of several sources of stochastic influence. Prior approaches from police practice mainly consider static ratios (e.g. resources per number of inhabitants or calls for service) in order to estimate capacity demand. Based on an extensive dataset comprising more than two million data points, we derive stochastic process models for all relevant police operations in a major metropolitan area and use a discrete-event simulation to analyse the effects on workloads and capacity utilization of a given fleet of police cars. The simulation model predicts the spatial and temporal occurrence of police operations and dispatches available vehicles from different districts, in order to model resource sharing in emergency response. This provides key insights into the required capacity over time and constitutes a crucial first step for an adequate capacity planning.

JEL Classification: O21, J21, M54

Keywords: Police force planning, stochastic processes, simulation, capacity planning.

1 Introduction

A crucial task in the planning of police forces is guaranteeing an adequate allocation of resources (personnel, vehicles, etc.) to police districts such that an effective and robust service can be provided and emergency response times are kept as low as possible. The vast majority of planning approaches in practice makes use of static ratios that determine the number of personnel or police cars based on the number of residents in a district or the number of calls for service over time (McCabe, 2012). While these static approaches are easy to handle, they are typically not able to provide reliable estimates that capture the heterogeneity and variability of police work (Wilson and Weiss, 2014). There is thus a general demand for more comprehensive approaches that model the effects of different calls for service on workloads and conduct capacity planning with respect to these relationships.

In other areas of application, such as logistics, staffing decisions in complex dynamic systems are often carried out by integrating simulation studies into capacity planning (see for instance Mason et al., 1998). The major advantage of such simulative analyses is that they are able to capture the interaction effects of different sources of stochastic influence and allow a study of the system's behaviour over time. Only recently, Zhang et al. (2012) demonstrated the superiority of simulation driven planning in the field of hospital resource planning when compared to a set of static ratio approaches quite similar to those used in police staffing. Nonetheless, reports of similarly advanced approaches in the field of policing are rare. Edleston and Bartlett (2012) are among the very few documented authors that use more advanced optimization techniques coupled with simulation analysis to support police staffing decisions.

In this work we will line out a simulation model that seeks to address the identified need for more comprehensive planning tools in policing. We study a major German metropolitan area that consists of 24 police districts that need to be equipped with an adequate number of police cars over the week. At the time of the project, resource allocation is carried out by a static ratio approach based on the average number of calls per district and hour thereby ignoring individual characteristics of different districts and the dynamic interactions in the arrival patterns of incoming calls. The major aim of the simulation model is to adequately capture these relationships to better support capacity decisions.

2 Data Analysis

One of the central challenges of police force planning is dealing with the considerable operational heterogeneity of calls for service that typically vary structurally over time and space. On the one hand, this makes deriving reliable estimates for capacity utilization much more difficult, on the other hand it typically leads to considerable variations in capacity demand over time and thus increases the complexity of an adequate

shift and fleet planning. In order to derive insights into the service structure, we therefore first carried out a comprehensive data analysis of more than 1.5 mio real-world calls for service, comprising information about the time and place of occurrence, call type, priority and number of assigned police cars over time. In addition to that, we conducted several workshops with police experts in order to obtain time estimates for all further service dependent tasks, in particular related to documentation and administrative work. Both analyses and their main results are explained in more detail in the following.

2.1 Analysis of Calls for Service

In a first step of the analysis, the call data was screened for incomplete and misreported data using both standard statistical outlier detection and expert analysis and depending on the extent either replaced by mean value estimates or removed from further analysis. Approximately, 5% of data entries were removed by this procedure. The remaining data was then analysed using means and variance analysis, which confirmed the following four core hypotheses:

- (1) Occurrence frequencies of calls for service vary heavily over time of day and police district
- (2) On scene resolution times vary heavily with respect to the type of call, but also albeit less distinctly with respect to place
- (3) Associated workload also varies heavily over time of day and police district yet characteristic workload profiles can be derived for each weekday and district that are stable over time
- (4) Police districts make extensive use of resource sharing in emergency response, such that police cars of a given district respond to calls for service in another district if no alternative is available

The analysis further revealed structural differences in occurrence of calls for service and on-scene resolution times between the warmer and the colder months of the year, which further results to systematically different workload profiles for summer and winter shifts.

2.2 Analysis of administrative work

The central information system that records data on calls for service does not cover any additional administrative tasks that are for instance required to document the on-site events or to file the necessary paperwork for law enforcement. Therefore, we used a Delphi method to determine these times depending on the type of police operation. Häder (2014) considers the classic Delphi method to be a comparatively, highly structured group communication process. Facts about which insecure and incomplete knowledge exists are judged by experts. The basic aspects of this method are group communication and the structuring of unknown information. The collected

information of the experts receives a higher qualification through the multi-level questioning. The classic Delphi process according to Webler et al. (1991) is characterized by a multi-step approach. At least four, but no more than five steps must be completed. The first step is the development of the questionnaire, in the second step the first survey of the experts, in the third step the evaluation by the research team and in the fourth step the second survey of the experts. Due to time and personnel constraints we chose a procedure where a questionnaire is delivered to experts in advance of and after one workshop. The process of our application of the Delphi method is depicted in Figure 1.

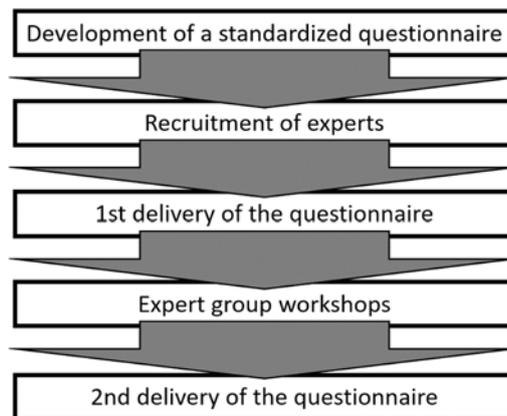


Figure 1: Applied Delphi method

The questionnaire was developed in order to request an estimate of the percentage share for the entire process production and post-processing per type of operation in addition to the function group. For the 48 most common types of operations, covering 85% of all missions, three questionnaires with 16 types of use were created. In order not to burden the experts inappropriately, everyone randomly received one of the three questionnaires. For each type of operation, three estimates of the further tasks should be made in minutes, for a task with:

- simple effort,
- average effort, and
- high effort.

This method is based on the three-point estimate in which experts give an optimistic, a pessimistic and a realistic estimate. This often determines the costs of the entire project in project groups. The advantage of this estimation is the simple and easy to understand application. As experts, 96 experienced police officers of four groups were selected from all police districts, each: a service group leader, a watch officer, one from the career sections 1 and 2. The experts were supposed neither to state their names nor to which district they belonged. The results showed coefficients of variation of 0.4 to 1.0. After the questionnaires had been evaluated, the four groups were invited to separate workshops. Each group discussed the consolidated average time

of their group for the three estimates (simple, average, and high effort) in four hours in the afternoon. After the discussion, the experts were questioned again in the same way as before. By this, the coefficients of variation could be reduced to 0.2 to 0.3.

3 Stochastic Process Models

In this section we describe how stochastic process models for workload estimation were derived on the basis of the conducted data analysis, as summarized in Figure 2. In a first step, calls for service were combined to appropriate reference classes whenever possible to reduce the number of necessary estimates in the following steps. Next we estimated occurrence probabilities from historic data over time and space and the time necessary to approach the site of the call. Finally, the distribution over workload profile of the call was determined as well as the time for administrative work.

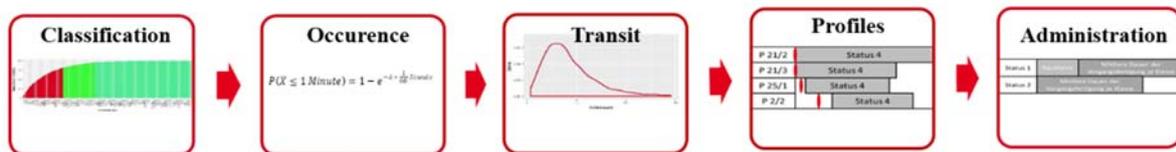


Figure 2: Process Model

3.1 Classification of calls for service

In order to reduce the complexity of the considered system, we first set out to reduce the number of reference classes of calls for service by conducting a Pareto analysis. For this purpose, all calls were ranked with respect to their total effect on workloads and then assigned to three distinct categories. The 37 calls that comprised more than 80 % of the workload were assigned to category ‘A’ and modeled individually. The next 32 calls that utilized another 15 % of the workload were assigned to category ‘B’ and the remaining calls to category ‘C’. Calls in category B were analyzed with respect to their characteristics and merged to classes of calls with similar profiles whenever possible. Calls in category C were subsumed under a single class due to their low impact on workloads. All in all, we were able to reduce the number of classes to a third of the total number of calls in this way (54 classes instead of 162 calls).

3.2 Occurrence model and transit estimation

As was established in the data analysis, relative frequencies of calls for service vary heavily over time and place. Occurrence probabilities were thus modelled as non-stationary Poisson processes and estimated separately for all districts and weekly hours.

In many of the less frequent calls for service relative occurrence rates were less than one per hour, so that sampling was conducted on the underlying binomial distribution using per minute approximations:

$$P(X \leq 1 \text{ minute}) = 1 - e^{(-\lambda/60)}$$

where X represents the time of the next occurrence and λ is the hourly arrival rate of the call.

Transit times of assigned police cars were estimated for each district individually to account for the considerable differences in size and traffic flows. We found that most transit times could be adequately approximated by lognormal distributions. Distribution parameters were estimated after conducting an additional outlier analysis that accounted for the observed shapes of distributions.

3.3 Capacity profiles and administrative work

Different calls for service can vary heavily with respect to average resolution times as well as the number of police cars assigned to the call. What is more, the dynamic nature of police work sometimes makes it necessary to further assign additional police cars to an ongoing call or to withdraw police cars that are not needed any further. Due to the extensive number of interaction effects; estimating these relationships and approximating them by stochastic distributions proved challenging and carries the additional risk of introducing structural biases that are not borne out in the data. We thus decided for a boot strapping approach that draws realistic capacity profiles for each reference class out of a set of observed calls for service. While this has the disadvantage that the simulation will not be able to generate call profiles that were not yet observed, it rules out the possibility of constructing unrealistic resolution dynamics. The extensive number of observations in the reference classes further make sure that the represented variability remains sufficiently high.

Administrative work was assigned to police staff that as mean estimates without considering the inherent real-world variability. Since the process model assumes that administrative work can be interrupted in case of emergency calls, the variability of the administrative time will not affect response times of critical calls anyway and thus mean estimates are sufficient for any long-term analysis.

4 Concept of the Simulation Model

The stochastic process model described in the previous section adequately captures the demand side. In order to assess the system performance accurately in light of the demand, it is further necessary to model how calls for service are handled by the system. For this purpose, a discrete event simulation (DES) has been developed based on queue modelling with spatial and temporal differentiation. This allows determin-

ing the burden put on the system according to current capacity plans and further allows deriving hints with respect to performance-based capacity adjustment. Thus, workload-appropriate capacity plans can be suggested by leveraging the gained insights of the data analysis in the simulation.

The Stochastic Event Generator in Figure 3 builds upon the developed process model and is the starting point for the simulation. Based on the past data it generates N weekly load profiles in minute resolution. These provide the discrete demand events as calls for service in the simulation. To satisfy the demand in the simulation, capacity plans and respective shift plans of all police districts provide the supply side in form of police cars. Demand and supply are represented as grey input data blocks for the DES model in Figure 3.

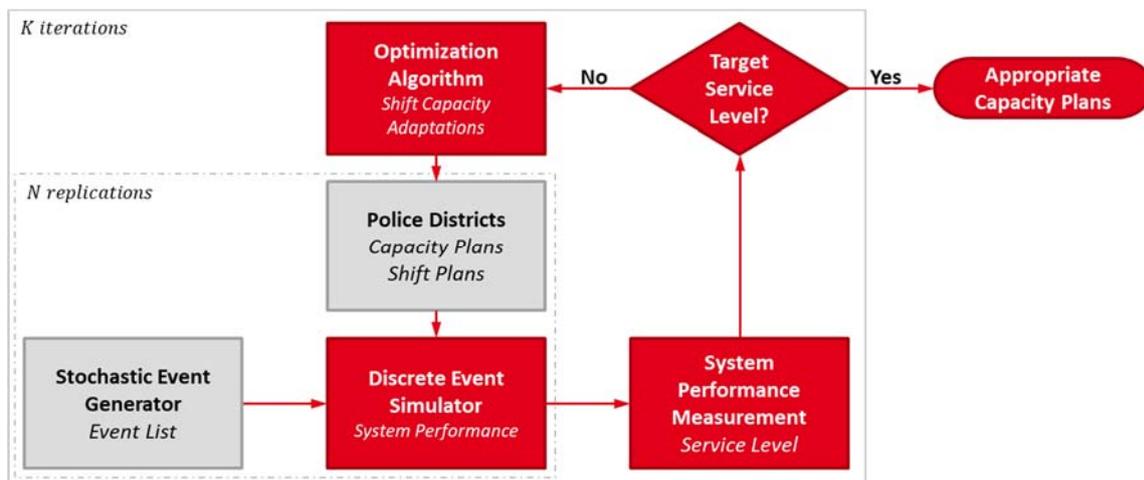


Figure 3: Overview of the blocks and processes of the higher-level simulation and planning task

A weekly load profile comprises about 9000 missions. For each mission the data of the occurrence (district, time, day of the week, month), the type (call for service, police car requirement, priority) and the operation (travel time, duration of operation on-site, administrative work) are saved as attributes and considered in the simulation. On the supply side, for all districts capacity plan data (day, time, shift, number of police cars) is used in minute resolution. Additionally, for each district an individually ordered list of backup districts reproduce the identified resource sharing patterns in the simulation.

With these data sets and implemented logic, the DES model tries to serve the demand with the given capacity. In the process the system performance for each of the N replications, which represent different realizations of load profiles, is measured and service levels for all call priorities are determined. If service level targets are not met, the capacities can be (spatially and temporally) adapted with respect to observed performance. With the resulting new capacity plans, the simulation is repeated in the next iteration. This process continues until, after K iterations of capacity adjustments

or until the target service levels are reached and thus adequate capacity plans have been created.

5 Discussion of Results and Future Work

The simulation model was validated against real data comprising three weeks of recorded calls and managed to reproduce all main measures of system performance (response times, calls not answered within x minutes, capacity exchange between districts) with high reliability. We further conducted separate workload analyses for representative summer and winter months and were able to show that prior capacity plans that were generated by a static ratio approach systematically fail to capture the diversity between districts and times of day, whereas the simulation approach does provide robust insights into the diverging workload structure.

In the next phase, we seek to employ the simulation model for deriving adequate capacity plans that account for the aforementioned structural differences. It is further planned to implement staffing changes on the basis of these insights, in order to further test the generated model predictions of the system performance against the real dynamics in practice.

6 References

- Häder, M. (2014): *Delphi-Befragungen: Ein Arbeitsbuch*. Springer VS: Wiesbaden.
- Mason, A.J.; Ryan, D.M.; Panton, D.M. (1998): Integrated Simulation, Heuristic and Optimisation Approaches to Staff Scheduling, *Operations Research* 46(2), 161–175.
- McCabe, J. (2013): *An analysis of police department staffing: How many officers do you really need?*, ICMA Center for Public Service Management, White Paper.
- Webler, T.; Levine, D.; Rakel, H.; Renn, O. (1991): The Group Delphi: A Novel Attempt at Reducing Uncertainty. *Technological Forecasting and Social Change* 39, 253–263.
- Wilson, J.M.; Weiss, A. (2014): Police Staffing Allocation and Managing Workload Demand: A Critical Assessment of Existing Practices, *Policing: A Journal of Policy and Practice* 2, 96–108.
- Edleston, O.S.S.T.; Bartlett, L.M. (2012): A tabu search algorithm applied to the staffing roster problem of Leicestershire police force; *Journal of the Operational Research Society* 63, 489–496.
- Zhang, Y., Puterman, M.L.; Nelson, M.; Atkins, D. (2012): A Simulation Optimization Approach for Long-Term Care Capacity Planning, *Operations Research* 60(2), 249–261.

Port Logistics IT Security Monitoring

Prof. Dr. Wilfried Honekamp

Academy of Hamburg Police, Carl-Cohn-Straße 39, 22297 Hamburg,
wilfried.honekamp@polizei-studium.org

Lars Damm

Hamburger Hafen und Logistik AG, Bei St. Annen 1, 20457 Hamburg,
Damm-L@hhla.de

Torsten Fokuhl

DAKOSY Datenkommunikationssystem AG, Mattentwiete 2, 20457 Hamburg,
Fokuhl@DAKOSY.de

1	Introduction.....	18
2	Background.....	19
3	Approaches	21
4	Outlook	24
5	Acknowledgements.....	24
6	References.....	24

Abstract:

Hackers and cyber-attacks are becoming an increasing threat to the port industry, whose progressive digitisation further increases sensitivity to such risks. An innovative, cross-company linkage of the various existing IT security tools will substantially improve the detection and defence against cyber-attacks on the IT systems of the German port handling companies. Therefore, the partners Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA), DAKOSY AG and Hamburg University as well as EUROGATE and the Academy of Hamburg Police as associate partners have come together in the three-year program “HITS-Moni” to bundle the different competencies and resources to develop new concepts and procedures and to evaluate them with a software demonstrator.

JEL Classification: R49, O33, K39

Keywords: Security, IT, monitoring, deep learning, SmartPort.

1 Introduction

Cyber- and hacker attacks are becoming an increasing threat to companies in the port industry, whose progressive digitisation is further increasing their sensitivity to such risks. By implementing the SmartPort, i.e. the networking of the port and logistics sector with just-in-time production of industry, a cyber-attack can cause enormous economic costs. The shipping company and container terminal operator A.P. Møller Mærsk was targeted at the end of June 2017 by a cyber-attack by NotPetya, which significantly disrupted the operational processes for a period of several weeks. This attack resulted in costs of around USD 300 million.

Port industry companies have numerous powerful IT security tools that do not adequately reflect port-specific security requirements. In addition, coordination of various IT security tools currently cannot be reliably assured. Carefully executed attacks, that are at most visible in a few anomalies, are not or too late detected. The Federal Government has set the framework conditions for the protection of IT in ports with the 2015 national port concept. The aim is to secure business processes and promote international competitiveness. In addition, the ability to analyse and respond on the ground is to be strengthened and law enforcement in cyberspace is to be intensified. Cyber espionage and cyber sabotage should be effectively combated.

HHLA, as a major port and logistics service provider, has numerous IT security tools that show good results in limited areas of responsibility, but are very time-consuming to look after and evaluate while imposing heavy burden on employees. Complex standard IT security products only insufficiently consider port-specific IT requirements. A higher-level, systematic and preferably automatic correlation as well as a coordination of the various IT security tools does not currently take place, but would significantly increase the effect of the entire information security system. Detecting attacks that are made up of different anomalies, each below the triggering threshold of a singular system, are not yet apparent with traditional IT standard solutions, yet can lead to massive disruptions in availability or data integrity.

The German Federal Office for Information Security (BSI) Act requires in §8a (1) that operators of critical infrastructures implement appropriate organisational and technical arrangements to prevent disruptions to the availability, integrity, authenticity and confidentiality of their IT systems, components or processes that are relevant to the functioning of their critical infrastructures. The state of the art should be adhered, too. The implementation of this law will be relevant for HHLA as the largest operator of container terminals in Germany. The BSI is designated as the central reporting office for security in the information technology of critical infrastructures (§8b BSIG). In addition to the compulsory notifications specified in §8b (4) BSIG for certain situations, the BSI is responsible for the creation of the situation report (§8b (2) section 3) as complete, qualified and easily usable as possible, even by companies

whose transport or transshipment volumes are below the threshold values of the BSI-KritisV. With the implementation of this research project, HHLA will be able to send considerably more extensive and qualified data to the BSI. This will hopefully improve the federal situation on cybercrime and substantially support the work of the BSI. In addition, a way will be shown to extend the exchange to other port handling companies (horizontally) or corresponding links in the process chain (vertically, such as IT service providers, authorities, railway operators, shipping companies, haulers). With respect to the above-mentioned challenges the project aims at the following goals:

- early detect and defend port-specific cyber-attacks by monitoring with innovative algorithms
- improve the recognisability of novel attacks
- develop a concept for the ergonomic representation of possible attacks (avoidance of neurostress among employees)
- structure and promote exchanges on cyber-attacks between logistic companies.

2 Background

The industry offers a wide range of classic firewalls and anti-virus software products that can generally fend off standardized and untargeted hacker attacks. However, professional IT specialists or job hackers are able to circumvent these well-known individual tools, or deliberately undercut the usual warning threshold. Anomalies in the information system of a company always occur; many are even caused by their own users. Around 20% of the attacks or abuses come from employees within the company, while most of these irregularities or anomalies may occur unintentionally. It has since been found that there are always external cyber-attacks or accesses that are not recognized for a long time, before it comes to the actual attack with visible negative effects. Very often unauthorized external access to an IT system is already established long before detection occurs. According to a recent study a median of 78 days is needed before companies detect such intruders and only then can take countermeasures (FireEye 2019).

Even a vulnerability and risk analysis tailored to port logistics does not currently exist. Software specifically tailored to the needs of port logistics can specifically address the systems used in port logistics and address the specific threats in this industry, such as: moving goods, layer 7 attacks on data elements along the process chain, and interference in payments and politically motivated attacks (hacktivism) focus. Port logistics uses a variety of tools to improve IT security. These include e.g. proxies, mail gateways, virus scanners, USB locks, monitoring, firewalls, and intrusion prevention systems. These different systems require different operators and create diverse, sometimes even contradictory messages. The correlation and coordination of the different messages takes time, which may be missing in the fight against cyber-attacks. Unified

security management tools are available on the market (e.g. Alienvault, LogRhythm), but they have weaknesses, especially in the combination of information and the simplicity of the presentation of results. In addition, port logistics security requirements in the fields of device control and the multi company business process are too short. On the other hand, technologies for processing log files (Graylog, Elasticsearch) are available, but they do not focus on security aspects or ready-made forms of presentation. All available solutions lack the reduction of the number of less relevant messages, the early identification of attack preparations, e.g. automatic baselining, and the identification of novel attack patterns.

Disterer (2015) calls for systematically addressing and differentiating IT security risks in order to be able to plan, develop, control and monitor measures specifically for specific risk areas. The BSI (2012) recommends a vulnerability analysis with the software tool OpenVAS (or the commercial implementation Greenbone). This is now available in version 9. For risk analysis, the BSI (2008) published the standard 100-3 and in November 2017 transferred it to the standard 200-3 into a simplified hazard model. Due to increasing complexity of the systems Schaumüller-Bichl and Kolberger (2016) propagate a scenario-based impact analysis. Different scenarios are thought through and their effects on the protection goals are estimated. However, an industry-specific security standard for critical infrastructure in the transport and logistics sector does not yet exist. Nor is there currently any literature on vulnerability or risk analysis specifically focused on IT in port logistics.

There are a number of Security Information and Event Management (SIEM) tools available for managing IT security information and events. Cam et al. (2016) cite OSSIM, ArcSight, and Splunk as the top three. OSSIM is the open source variant of AlienVault's commercial tool. The implementation and use requires a considerable amount of time and personnel for document verification, communication in AlienVault's online forums and research. However, this effort can be outsourced to external service providers. Hewlett Packard's ArcSight is the most widely used SIEM tool. Like OSSIM, ArcSight is rule-based. Splunk, on the other hand, works with indexed databases that are searched for specific correlation-based patterns based on their own Search Processing Language (SPL). All tools have in common that they only react to known patterns and are not capable of learning.

Detken et al. (2017) also mention the open-source SIEM of rt solutions.de GmbH. However, this does not provide "guaranteed event processing", which raises doubts about reliability. The group is working in the CLEARER project on the development of network access control systems with SIEM functionality for small and medium-sized enterprises. A self-learning SIEM tailored to IT in port logistics does not currently exist.

3 Approaches

In this part the approaches to work on the project goals are described. The chapter starts with the early detection and defence by monitoring with innovative algorithms. Then the evaluation process of novel attacks is described. This is followed by the description of the ergonomic representation of possible attacks. Finally, the data exchanges between companies are depicted.

3.1 Early detect and defend by monitoring with innovative algorithms

In a first step, all internal and external interfaces must be taken into account across the company. It is all about the question of what data is available in the system, can be collected technically and meaningfully processed. This requires a comprehensive analysis of all existing systems supporting the business processes under consideration. These are, among others, services on servers and workstations such as anti-virus programs and firewalls, decentralised (network) intrusion detection systems (IDS) and prevention systems (IPS). Figure 1 depicts an IPS in a company network.

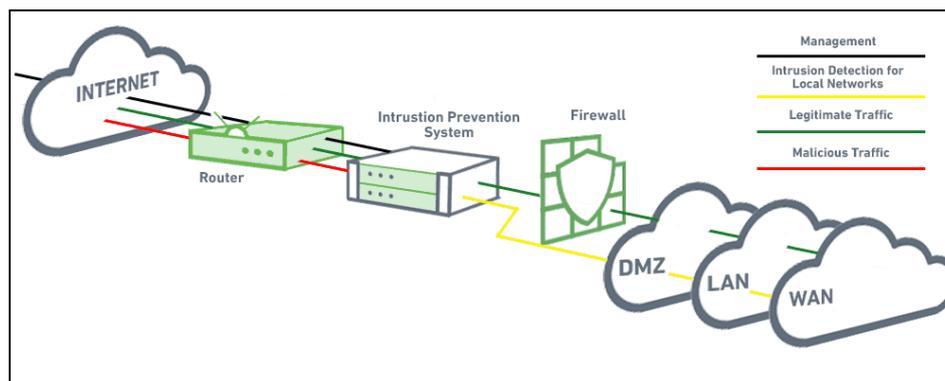


Figure 1: Intrusion prevention system (Borkar 2019)

Furthermore, information, that can be collected, has to be assessed and analysed for its relevance to incident detection and investigation within and for the systems under consideration, as well as how data collection and storage may affect the usability of the systems to users at runtime. This assessment is supported by the identification of potential vulnerabilities in the overall system, which already provides evidence of critical parts of the system and thus show the significance of the monitoring data of these parts of the system.

In a second step, the data must be reduced to the essentials so that forensic investigations become possible. For comprehensive analysis of all data of the individual sending IT elements it is mandatory to set up a common database with a uniform format for all data. In particular, the semantics of the field names must be uniform, so that comprehensive analyses can be meaningfully carried out. The existing data of all IT elements involved must be examined for structure and content, and data elements important for IT security monitoring must be identified. In addition to collecting low-

level technical elements, the performance and health data of the relevant business processes (within IT systems) must be observed and aggregated in the same way. Then, for each IT element, a process must be developed that receives and extracts the necessary content from the raw data, transforms it into the common format, and submits the record to the database. The entries of this database can then be used as input vectors of a multilayer neural network establishing deep learning. Figure 2 maps deep learning into machine learning and artificial intelligence.

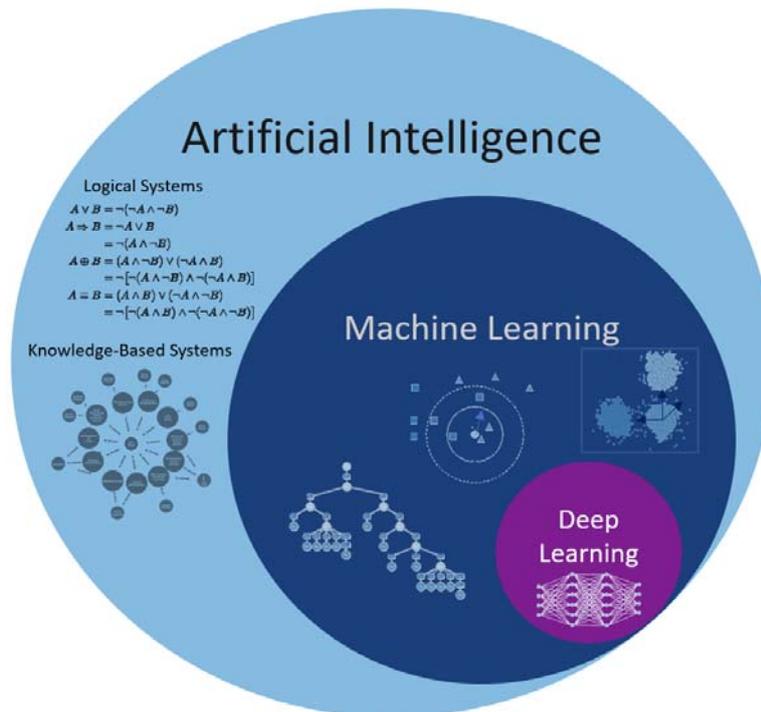


Figure 2: Artificial intelligence, machine learning, and deep learning (Aunkofer 2018)

This approach allows additional correlation of the data and possibly results in an alert. Thus, despite expected flood of data, it will be possible to detect attacks early and precisely.

3.2 Evaluate novel attacks

To detect new attack patterns, a robust cyber-attack kill chain analysis is necessary. Figure 3 shows the kill chain first published by Hutchins, Cloppert and Amin (2011). Subsequently, the above-mentioned additions of intelligent components are to make, by which reaction and communication options could be shown. The automated actions of the protection systems are applied in the different phases. In the reconnaissance phase, firewalls and access control lists (ACL) could deny access, web analytics could detect attacks. In the weaponisation phase network IPS and IDS could be effective. The delivery phase can at best be detected by vigilant users (Lovinus 2016). Filters could deny and antivirus systems could disrupt the delivery. By putting software deliveries into monitored queues, an attack could be degraded.

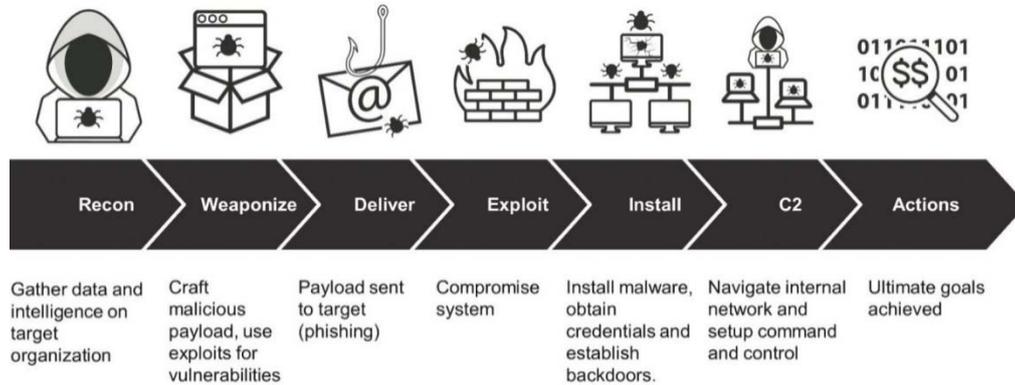


Figure 3: Cyber-attack chain (Lockheed Martin 2018)

The exploitation could be prevented by keeping the system hard- and software up to date, closing known security flaws. Furthermore, exploitation could be detected by host IDS and disrupted by data execution prevention. In the installation phase, the attacker could be kept in a sandbox, e.g. by a chroot jail (Badjatiya 2019), detected by a host IDS or disrupted by an antivirus system. In the command and control (C2) phase, firewalls that control outgoing traffic and ACL could prevent the hostile action. Network IDS and IPS also could be effective. As more and more traffic is encrypted in https a decryption at a central proxy server with forwarding of the payloads to an analysing engine should be evaluated. A tarpit could degrade the attack (Maximov, Sokolovsky, Gavrilov 2017) and a domain name service redirection could deceive the attacker. Finally, the actions on the targeted objectives could be detected by auditing, degraded by quality of service and deceived by honeypots. All these measures are initiated only if a single system's detection is sufficiently reliable. Their combination with the broad set of further observed data below the single elements' thresholds could be combined in a system of systems supported by machine learning with deep learning algorithms.

3.3 Ergonomic representation of possible attacks

Ergonomic aspects of information representation have been discussed in science for many years. Bruyas, Le Breton, and Pauzié (1998, p. 412) conclude that graphical "representation of an object should be quickly understood, with no ambiguity, [...] when considering the high time constraint context of some situations". Visual representation and interaction mechanisms have been identified as decisive criteria (Luzardi, Dal Sasso Freitas (2003). In control rooms, where an application of our monitoring system is to be implemented, responsible control system design with implementation of ergonomic aspects according to ISO 9241 is required. Human-centred design is also required (Skřehot, Marek, Houser 2016).

3.4 Exchanges between companies

Threat intelligence is a commodity. There are several threat intelligence sharing platforms with different standards for describing threats. One, the intrusion detection message exchange format (IDMEF) is described in RFC 4765 by Debar, Curry and Feinstein (2007). It is to be evaluated whether this format is suited to share harbour related security information. More recently, the malware information-sharing platform (MISP) has gained in maturity and interest since the beginning of the project in 2011, not least among public IT security authorities in Europe (Dulaunoy et al. 2019). The BSI evaluates operating models to exchange such information with operators of critical infrastructures in Germany (BSI 2019, p. 59).

4 Outlook

In the project, the cooperators work on the above mentioned challenges along the information processing path, beginning with the basic information elements, the aggregation phase and the learning system to the output handling like automated actions, visualisation and situation reporting to third parties. The project is scheduled until February 2022, further results are to be published.

5 Acknowledgements

The project is founded by the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure in line with the financial assistance programme for innovative port technologies (IHATEC).

6 References

- Aunkofer, B. (2018): Machine Learning vs Deep Learning – Wo liegt der Unterschied? Accessed on 13.10.2019 at <https://data-science-blog.com/blog/2018/05/14/machine-learning-vs-deep-learning-wo-liegt-der-unterschied/>.
- Badjatiya, P. (2019): Linux Virtualization - Chroot Jail - GeeksforGeeks. Accessed on 13.10.2019 at <https://www.geeksforgeeks.org/linux-virtualization-using-chroot-jail/>.
- Borkar, P. (2019): IPS Security: How Active Security Saves Time and Stops Attacks in their Tracks. Accessed on 13.10.2019 at <https://www.exa-beam.com/ueba/ipssecurity-how-active-security-saves-time-and-stop-attacks-in-their-tracks/>.
- Bruyas, M.-P.; Le Breton, B. and Pauzié, A. (1998): Ergonomic guidelines for the design of pictorial information. *International Journal of Industrial Ergonomics* 21 (1998) p. 407–413.
- BSI (2008): BSI-Standard 100-3: Risikoanalyse auf der Basis von IT-Grundschutz, Version 2.5.

- BSI (2012): Schwachstellen-Analyse in Netzen unter Einsatz von OpenVAS. SI-CS 007 | Version 1.00 vom 29.05.2012.
- BSI (2017): BSI-Standard 200-3: Risikoanalyse auf der Basis von IT-Grundschutz, Version 1.0.
- BSI (2019): Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2019. Accessed on 13.11.2019 at https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/bsi-lagebericht-2019.pdf?__blob=publication-file&v=4.
- Cam, H.; Ljungberg, M.; Oniha, A.; Schulz, A. (2016): Dynamic Analytics-Driven Assessment of Vulnerabilities and Exploitation. U.S. Army Research and MIT Lincoln Laboratory.
- Cyberwarzone (2014): 8 Steps to perform a successful cyber-attack. Accessed on 13.10.2019 at <https://cyberwarzone.com/8-steps-perform-successful-cyber-attack/>.
- Debar, H.; Curry, D.; Feinstein, B. (2007): RFC 4765: The Intrusion Detection Message Exchange Format (IDMEF). Accessed on 13.10.2019 at <https://www.heise.de/netze/rfc/rfcs/rfc4765.shtml>.
- Detken, K.O.; Kleiner, C.; Rohde, M.; Steiner, M. (2017): IT-Sicherheitsanalyse durch NAC-Systeme mit SIEM-Funktionalität. DACH Security 2017.
- Disterer, G. (2015): IT-Risiken systematisch unterscheiden. *Wirtschaftsinformatik & Management* 6, 2015, p. 92–100.
- Dulaunoy, A.; Iklody, A.; Dereszowski, A.; Studer, C.; Vandeplas, C.; Andre, D.; Servili, D.; Wagener, G.; Vinot, R.; Mokaddem, S.; Rommelfangen, S.; Clement, S. (2019): MISP - Open Source Threat Intelligence Platform & Open Standards For Threat Information Sharing. Accessed on 13.11.2019 at <https://www.misp-project.org/who/>.
- FireEye (2019): M-Trends 2019 Accessed on 13.11.2019 at <https://content.fireeye.com/m-trends>.
- Hutchins, E. M.; Cloppert, M. J.; Amin, R. M. (2011): Intelligence driven computer network defense informed by analysis of adversary campaigns and intrusion kill chains." *Leading Issues in Information Warfare & Security Research* 1.1: p. 80.
- Lockheed Martin (o.D.) cited in Henkel, M. (2018) Cyber Kill Chain: IT-Infrastruktur gezielt schützen. Accessed on 13.10.2019 at <https://www.techtag.de/it-und-hightech/it-security/cyber-kill-chain-it-infrastruktur/>.
- Lovinus, A. (2016): Vigilant Users Are the Best Malware Tools. Accessed on 13.10.2019 at <https://www.neweggbusiness.com/smartbuyer/netsec/vigilant-users-best-malware-tools-10-steps-effective-anti-phishing-training/>.
- Luzzardi, P. R. G.; Dal Sasso Freitas, C. M. (2003): An Extended Set of Ergonomic Criteria for Information Visualization Techniques. Accessed on 13.10.2019 at <https://pdfs.semanticscholar.org/2d25/2f2216a7a1ab5aa4b3aa16714385b65fb324.pdf>.

- Maximov, R. V.; Sokolovsky, S. P.; Gavrilov, A. L. (2017): Hiding Computer Network Proactive Security Tools Unmasking Features. Accessed on 13.10.2019 at <https://pdfs.semanticscholar.org/2c60/2d31574dcf1514061d3351bac88f7d13ee27.pdf>.
- Schaumüller-Bichl, I.; Kolberger, A. (2016): Information Security Risk Analysis in komplexen Systemen – neue Herausforderungen und Lösungsansätze. In: Mayr HC und Pinzger M (Hrsg.): INFORMATIK 2016. Gesellschaft für Informatik, Bonn, p. 609–617.
- Skřehot, P.; Marek, J.; Houser, F. (2016): Ergonomic aspects in control rooms. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, p. 1–13.

Risk Analysis of NFC Payment Systems

Jonathan Reimers

Academy of Hamburg Police, Carl-Cohn-Straße 39, 22297 Hamburg,
jonathan.reimers@polizei.hamburg.de

Prof. Dr. Wilfried Honekamp

Academy of Hamburg Police, Carl-Cohn-Straße 39, 22297 Hamburg
wilfried.honekamp@polizei-studium.org

1	Introduction.....	28
2	Material and Method.....	28
3	Results.....	31
4	Discussion and Conclusion.....	34
5	References.....	37

Abstract:

This chapter examines the question of whether manipulation of near-field communication (NFC) payment systems is possible, whether existing security measures adequately protect this technology, and to what extent criminality in this area has already progressed. As IT penetrates more and more areas of everyday life, this inevitably leads to new risks and dangers. This, in turn, poses new challenges to law enforcement agencies, as any specialized IT crime has to be readjusted. Initial experimental studies have already identified security risks in NFC technology. However, there are many more potential risks to check. Based on an experiment, it was examined to what extent the interception of credit cards via NFC with a standard smartphone is possible. Afterwards it was examined whether with the obtained data goods could be ordered and paid in different Internet shops. As a result, it becomes clear that reading out the credit card data by means of the NFC function of a commercially available smartphone is possible and, depending on the respective carrying situation, promises a high probability of success.

JEL Classification: O33, K39

Keywords: Near-field communication, NFC, experiment, information technology, interception, credit card, credentials.

1 Introduction

The developments in information technology make many aspects of everyday life easier and faster. In addition to innovations in communication, locomotion and computer technology, even the advanced use of credit cards, payment transactions can be done as quickly as possible. There is a need to be able to make payments faster and more convenient and the costly cash flow is increasingly avoided. In 2017, 46.9% of payments were made without cash and this value tends to increase (Rüter 2018: p.9).

In 2002, the technology near-field communication (NFC) was developed, which makes it possible to complete the process at payment terminals by simply placing a credit card with NFC chip. Since its launch in 2002, the use and relevance of NFC technology has grown steadily. Looking at Mastercards NFC program Paypass as an example, only 20 million Paypass credit cards were accepted in 2007, which were accepted by 80,000 companies. As early as the beginning of 2011, the number of Paypass credit cards had increased to 92 million, which are accepted by 311,000 companies (Mastercard 2011: p. 1 & 5).

However, in addition to this growing relevance for NFC technology, there is also an increased risk of becoming a victim of crime. There are still security holes that can be exploited by specialized criminals. The present work will deal with the existing possibilities of abuse and the processing of one of the most likely forms of intervention. Thus, the greatest risk is that the data of a credit card are transferred via NFC chip, as it is the easiest way to realize the attack and has the lowest risk of discovery. Thus, an attempt is being made to find an answer to the question of whether it is possible to intercept NFC credit card data and use them illegally. This work will focus on an approach that would be feasible for less specialized offenders. Consequently, only means are used that are free and legally available to everyone. Findings regarding spy probabilities are to be obtained through experiments conducted in different constellations. Subsequently, the possibility of further use of the obtained data, e.g. by the purchase of goods on the Internet, is to be examined.

Finally, an answer is given on whether NFC technology will provide a basis for further criminal action, or whether there are enough security mechanisms to prevent any action. It is also important to find out whether the police are already warning of the potentially existing security risks of NFC technology in order to combat possible crime.

2 Material and Method

To scientifically test a practical use of NFC systems by perpetrators, the question “Is it possible to listen to NFC credit card data and to use this data illegally?” is to be

checked. To answer the question scientifically, experiments are used. Since the research question aims at a practical application by criminals, this should also be answered by practically applied experiments.

Starting with listening to the required data, both the required distance, in which the active-mode switched NFC module must be located, so that the data is still transmitted, and the read-out probability are discussed. To ensure a close-to-life uniformity, different wearing situations were simulated, which are common in everyday life. The structure of the individual experiment runs is explained in more detail below.



Figure 1: Left – card in a jeans pocket (1, 2) and right – in an outer pocket of a polyester jacket (3)

Experiment (1) – the credit card is in a genuine leather purse measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The leather wallet is empty in the experiment. The leather wallet is in a jeans pocket.

Experiment (2) – the credit card is in a genuine leather purse measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The leather purse contains 8 x € 0.50 coins in the coin compartment and three cash notes in the cash drawer compartment. The card slots contain two NFC-incompetent cards. The leather wallet is in a jeans pocket.

Experiment (3) – the credit card is in a genuine leather wallet measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The leather wallet is empty in the experiment. The leather wallet is in the outer pocket of a polyester jacket.

Experiment (4) – the credit card is in a genuine leather wallet measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The leather wallet is empty in the experiment. The leather purse is located in the outside pocket of a leather handbag.



Figure 2: Left – card in the outside pocket of a leather handbag (4)
and right – in the outside pocket of a backpack (5)

Experiment (5) – the credit card is in a genuine leather purse measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The leather wallet is empty in the experiment. The leather wallet is in the outside pocket of a backpack.

Experiment (6) – the credit card is in a genuine leather purse measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The credit card is in a professional RFID block box. The leather wallet is empty in the experiment. The leather wallet is in a jeans pocket.

Experiment (7) – the credit card is in a genuine leather purse measuring 10.5 cm x 11.5 cm. The card is inside two layers of leather and two layers of fabric. The credit card is wrapped in a simple, self-made aluminium foil sheath. The leather wallet is empty in the experiment. The leather wallet is in a jeans pocket.



Figure 3: Left – an RFID block box (6) and right – an aluminium foil sheath (7)

The experiments are carried out as follows: The smartphone is activated with enabled NFC function and the Scanless App Contactless Credit Card Reader from MaxSoft

Ltd. held against the object for two seconds (e.g. the jeans or jacket pocket). If the credit card data are read, the test result is considered a success, if not, as a failure. For each of the seven experiments 100 test runs are made. The tests are carried out with an NFC-enabled smartphone (Samsung Galaxy S7) without a cell phone case, which any potential culprit can acquire. After transferring the data, tests will show whether they are sufficient to order and pay for goods on the Internet.

3 Results

The results of intercepting the NFC signals and using the obtained data are presented below. The experiments showed that readout of the data by a simple smartphone requires a direct application to the object. If the smartphone is not on, the distance is already too large and the data cannot be received. As can be seen in table 1, different success probabilities were measurable for each of the 100 experiments in different experimental constellations.

No.	Design	Success	Failure	Probability
(1)	NFC-enabled card in empty leather wallet in jeans pocket	84	16	84 %
(2)	As experiment (1), but + 2 NFC-incompetent cards + 8 x 50 cents coins + 3 cash bills	76	24	76 %
(3)	As experiment (1), but in a jacket pocket	80	20	80 %
(4)	As experiment (1), but in leather handbag	23	77	23 %
(5)	As experiment (1), but in backpack	78	22	78 %
(6)	As experiment (1), but NFC-enabled card in RFID block box	0	100	0 %
(7)	As experiment (1), however, NFC-enabled card wrapped with aluminium foil	0	100	0 %

Table 1: Results of the experiments

In Experiment (1), the NFC-enabled credit card was in a leather purse in a denim pocket. With 84 successful attempts and 16 failures, the probability of success was thus 84%. Experiment (2) had in addition to the NFC credit card still 2 NFC-incompetent cards, and 8 x 50 cents coins and 3 cash notes in the leather wallet. In 76 successful trials and 24 failures, the probability of success was 76%. Experiment (3) differed from experiment (1) only in that the leather wallet was in a polyester jacket pocket. With 80 successful trials and 20 failures, the probability of success was 80%. Experiment (4) with the placement in a leather handbag resulted in 23 successful attempts and 77 failures – this corresponds to a probability of success of 23%. In experiment (5) a backpack was used. The results showed 78 successful trials and 22

failures. Thus, the probability of success is 78%. In Experiments (6) and (7), as in Experiment (1), the NFC-enabled credit cards were in a leather purse in a denim pocket but were still in Experiment (6) in an RFID block box, as well as in Experiment (7) enclosed in an aluminium foil wrapping. Both experiments (6) and (7) yielded 0 successful trials and 100 failures. Thus, the probability of success was 0% each.

In the experiment, it was also noticed that the probability of success depended strongly on the correct positioning of the smartphone, since the NFC antenna of the smartphone must be brought as close as possible to the NFC-enabled credit card. The optimal positioning is shown in figure 4.



Figure 4: Device Design Samsung Galaxy S7 (Samsung Electronics 2016: p. 7)

If the readout is successful, the app will display both the card number and the expiration date of the credit card, as shown in figure 5.

With the obtained data we now try to order and pay at various Internet shops. However, as shown in figure 6 for example, IKEA asked in addition for the three-digit security code, which is printed on the back of the credit card and is not sent via NFC transmission. An order with these dealers is therefore not possible.

However, this is different with Germany's largest online retailer Amazon (Hofacker, Langenberg, Langer 2019). Amazon does not ask for a three-digit security code, but asks for the name of the cardholder. This is also not transmitted when reading NFC data. If you enter an obviously fictitious name as Max Mustermann, Amazon shows an error message and cancels the ordering process.



Figure 5: Screenshot of a successful readout with the app Credit Card Reader



Figure 6: Terms of payment at ikea.de

However, if, as shown in figure 7, a name common in Germany but not the same as that of the credit card holder is given, Amazon accepts the payment and allows the buyer to send the goods to any address. This does not have to contain the same name as stated in the payment information.

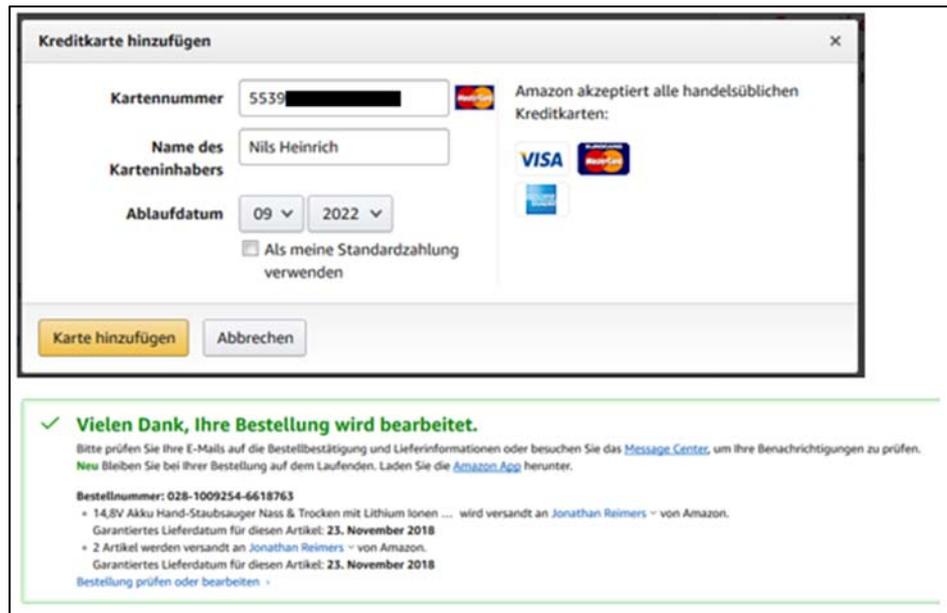


Figure 7: Successful order at amazon.de with spied out data

4 Discussion and Conclusion

The research question “Is it possible to listen to NFC credit card data and its tortuous use?” was answered by the experiments carried out. The experiments prove that it is already possible with freely accessible means such as smartphones and free apps to read the data from credit cards, even if they are inside a purse in a pocket or jacket pocket. Although not every selection attempt was successful, the probability of success was so high at approximately 76%–84% that several readout attempts would quickly lead to a large data pool. It can be assumed that the probability of success can be further increased with soaring practice.

Experiment 4 differs with only 23% successful readouts to the comparatively high probability of success of the other experiments. Since the placement of the purse in a leather handbag was harder to locate, reading out became more problematic. This makes it clear that placing the NFC-enabled credit card in larger containers, in which the positioning of the card is harder to assess, reduces the risk of eavesdropping. It was also found that it is not without problems to use the data obtained to order goods. Most online retailers require payment of the three-digit security code, which is not read out, but a wide range of possible online retailers is not necessary because, for example, Amazon only asks for the credit card holder instead of the security code and this is not checked internally. So each offender can think of any name and order freely with the obtained data. In the assortment of Amazon there are enough high-quality products which could easily be ordered in large quantities and resold, e.g. expensive smartphones, cameras or jewellery.

In order to compensate for the lack of security mechanisms of NFC technology, it is advisable for the user to take precautionary measures to avoid becoming a victim of an NFC-related crime. The credit cards should be in an RFID block box or aluminium foil box. Experiments 6 and 7 proved that this effectively prevents readout of the data by means of NFC. As an added security measure, users should store their NFC-enabled credit cards in larger containers rather than in their pockets. As the distance to the listening module is slightly increased, the likelihood of a successful listening attack decreases (see experiment 4). In general, a more conscious appearance in busy places (such as in public transport or shopping centres) is helpful, since an approach can be detected by potential perpetrators so early. In order to detect an unnoticed interception and to take measures as quickly as possible, such as an account lockout, it is advisable to check the account statements regularly and to look for unauthorized debits. If the NFC function of the credit card is not used, it is possible to switch it off at the bank to be issued.

Although other experiments have already shown that it is possible to read the data from an NFC-enabled device, the findings of the present work are valuable in that they demonstrate the ability to read out with simple means and in real-life situations. The subsequent use of the obtained data was not described in detail before. These two findings make it clear that there is only a relatively small risk of detection for offenders to intercept the NFC data and then use it unlawfully. This assessment should be of particular value to police authorities.

The NFC technology also offers – in addition to the examined credit card payment systems – the function to transfer data via a smartphone and even make payments. From mid-2012 to 2018, the number of smartphone users in Germany rose from 27.3 million to 57 million (Statista 2019a). This trend can also be observed globally. The number of smartphone users worldwide rose from 1.06 billion to 2.6 billion by 2018 (Statista 2019b). In particular, the growing number of smartphone owners suggests that NFC technology could be a target for criminals through this medium as well. Closer investigation in this area may also be of interest to police authorities. This work focuses on reading the data through simple means such as smartphones and free apps. However, the data can also be read out in other ways. There are e.g. NFC card readers that send the data via Universal Serial Bus to a connected computer or laptop. A review of whether the use of such funds would increase the probability of eligibility could contribute to the overall understanding of NFC safety.

However, the methodology used in this work also had limitations. Thus, the experiments could be extended to allow a more accurate statement regarding the readout probability. On the one hand, different smartphone models can be used to show whether transmission powers of different strengths exist, as well as other carrying

situations, such as e.g. other purses or different fabrics of the jacket or trouser pockets. Also, different apps could be used to check whether there is a connection between the probability of reading and the app used. Furthermore, the number of tests carried out can be further increased in order to achieve an even more accurate result. The examined use of the obtained data also contained several limitations. A purchase attempt could be carried out only at a limited number of online shops. Further attempts could possibly show more purchase possibilities than only Amazon. Also, the experiments used in purchases remained in the online trade. Subsequent experiments could deal with other ways to use the obtained data. For example, it is possible to pass on the credit card details by phone during a hotel booking and to order laptops for a meeting scheduled there. These could then be stolen and sold. Also for this application, the obtained NFC data may be sufficient.

The experiments used in the present work show that it is possible to read the credit card data by means of NFC through a smartphone and to use the obtained data on the Internet to purchase goods with little effort. It does not require any special expertise by the offender, as no exact understanding of the NFC technology is needed to obtain the data of the credit cards. Also, the acquisition of the means of action poses a potential culprit with no high challenges, since both a smartphone, as well as the required app are available legally and inexpensively.

If the next step is to ask about the security mechanisms used, it must be concluded that, apart from the required range, the NFC technology hardly uses any mechanisms to increase security, thus making the data available unencrypted to potential devices in the environment. In particular, if in the future specialized offenders should resort to using devices that increase the read range, they could read large amounts of data in a short period of time without incurring a discovery risk. A modernization of the technology, in which the data is transmitted only encrypted, would be urgently needed at the latest.

Even if the security situation of NFC technology draws a bleak picture, a rapid spread of NFC-related crime in the near future is not very likely. In addition to the possible undiscovered cases, the actual reported offenses in Europe are currently at a very low level and the knowledge of the opportunities and risks of NFC are generally not yet widespread. However, should the use of this technology continue to increase, the risk of criminal misuse also increases.

In order to warn of the risks of NFC technology, law enforcement authorities in particular should provide preventive information. The experiment has shown that even simple security measures can significantly reduce the probability of success of perpetrators. Hamburg police does not carry out at the moment, however, any prevention campaigns concerning the NFC risks. In view of the rapidly growing IT areas and the

ever-new technologies, however, it is difficult to be warned of any new risk. However, if the case numbers in the field of NFC-related crime increase in the future, an awareness-raising campaign with protection notices, such the use of RFID block boxes, would be essential.

5 References

- Hofacker, L.; Langenberg, C.; Langer, N. (2019): E-Commerce-Markt Deutschland 2019. Accessed on 13.10.2019 at <https://www.ehi.org/de/top-100-umsatzstaerkste-onlineshops-in-deutschland>
- Mastercard (2011): Paypass Momentum. Accessed on 13.10.2019 at <https://newsroom.mastercard.com/wp-content/uploads/2011/09/MasterCard-PayPass-Momentum-May-2011.pdf>
- Rüter, H (2018): EHI-Studie – Kartengestützte Zahlungssysteme im Einzelhandel 2018, Köln. Accessed on 13.10.2019 at https://www.ehi-shop.de/image/data/PDF_Leseproben/EHI_Studie-kartenges_Zahlungssysteme_2018_Leseprobe.pdf
- Samsung Electronics (2016): SM-G930F Benutzerhandbuch. German. 02/2016. Rev.1.0. Accessed on 13.10.2019 at http://downloadcenter.samsung.com/content/UM/201602/20160222105002581/SM-G930F_UM_Open_Marshmallow_Ger_Rev.1.0_160219.pdf
- Statista (2019a): Anzahl der Nutzer von Smartphones in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2018. Accessed on 13.10.2019 at <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010/>
- Statista (2019b): Prognose zur Anzahl der Smartphone-Nutzer weltweit von 2016 bis 2021. Accessed on 13.10.2019 at <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit/>

Mobility in Urban Economics

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Urban Economics

Prof. Dr. Jan Werner

Professor of Economics at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Hardefuststraße 1, 50677 Köln and Lead Economist at the Institute of Local Public Finance, Friedrich-Ebert Straße 79, 63225 Langen, Germany, jan.werner@ilpf.de

The term mobility has different meanings in various scientific 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. However, a definition restricted to socio-economic mobility or labour mobility is rather too short-sighted to describe all aspects of mobility in economics, because mobility can of course also be used in relation to capital mobility or factor mobility. For example, the free movement of goods, services, capital and persons within the European Union (the so-called “four freedoms”) is another important issue of mobility in economics. Capital mobility and tax competition are pressing matters for tax authorities as well as politicians in modern economies, especially under conditions where there are a huge number of supporters¹ and adversaries² of tax competition in economic literature³.

Urban economics refers to the economic analysis of cities, and touches on a broad range of topics, such as housing, transportation, land use, the cost and benefit of cities and urbanisation, or the provision of local public goods like education, health or safety.

The diversity of mobility aspects in the field of urban economics is highlighted by the first contribution, entitled *Local Public Finance in Libya: Learn to Walk before You Run* by Jan Werner. This article discusses the fact that Libya is a unitary state, with the central government in the capital Tripoli, 22 districts, and 121 municipalities. The legal framework in Libya delegates a huge number of expenditure areas to the municipalities, but in reality the municipalities do not offer this huge number of public services to the people due to capacity deficits in local administration (both skills and equipment), fiscal deficits (low volume of revenues as well as unpredictable rev-

¹ See Tiebout, 1956.

² See Oates, 1972.

³ See Wilson, 1996.

enue flows) and a lack of political willpower. For this reason, the contribution provides six detailed recommendations for the future concept of the local public finance system in Libya.

The second contribution, by Christian Lucas, entitled *Diffusion einer disruptiven Innovation – am Beispiel der E-Mobilität in Deutschland* uses the concept of Joseph Schumpeter as well as a classification of consumer in innovators, early adopters, early majority, late majority and laggards. Based on these two concepts the author observes the current development of e-mobility for private cars in Germany. Moreover, the author presents his idea of the Mobility Compass, which is an annual online survey with first-year students between 18 and 25 years on the subject of electric mobility. The aim of the Mobility Compass is thus the dedicated consideration of the “next” customers, which will decide in the next 5 to 10 years for a new car.

The huge economic potential of the trade between Brazil and Germany is presented in the third contribution by Mariana Fleischhauer Corrêa da Costa and Jan Werner, entitled *The Internationalisation Process of German Enterprises in Brazil*. The exchange between Germany and Brazil encompasses social, economic and cultural aspects. These countries have created strategic ties over the years promoting new business and developing opportunities that benefit both economies. However, there is still a great economic potential to be leveraged from this partnership. The new Brazilian government is searching for international investors to boost the economy and take the country out of recession. In return, it promises to fight the main obstacles to international business: high bureaucracy and corruption. With one of the world’s largest consumer markets, an abundance of natural resources and cheap labour, the country offers attractive conditions, especially for enterprises undergoing an internationalisation process. This contribution will analyse the recent economic history of Brazil, explaining the major macroeconomic indicators and the social conditions of the country. With the collaboration of diverse German enterprises, which expanded their business to Brazil and reported their experiences, relevant empirical cases will be provided and new investment perspectives will be discussed. Finally, the paper demonstrated that the future outlook for German ventures in Brazil is very promising. These three contributions discuss important and very different aspects of mobility within urban economics.

References

- Oates, W. (1972): *Fiscal Federalism*, New York, Harcourt Brace Jovanovic.
- Tiebout, C. (1956): A Pure Theory of Local Expenditures in *Journal of Political Economy*, Volume 64, Issue 5, 416–24.
- Wilson, J. (1999): Theories of Tax Competition in *National Tax Journal*, Volume 52, 269–304.

Local Public Finance in Libya: Learn to Walk before You Run

Prof. Dr. Jan Werner

Professor of Economics at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Hardefuststraße 1, 50677 Köln and Lead Economist at the Institute of Local Public Finance, Friedrich-Ebert-Straße 79, 63225 Langen, Germany, jan.werner@ilpf.de¹

1	Introduction.....	44
2	Local public finance and intergovernmental transfer around the world	46
3	Recommendation for Libya	53
4	Conclusion	60
5	Appendix.....	61
6	References.....	63

Abstract:

Libya is a unitary state, with the central government in the capital Tripoli. The legal framework in Libya delegates a huge number of expenditure areas to the municipalities, but in reality the municipalities do not offer this huge number of public services to the people due to capacity deficits in local administration, fiscal deficits (low volume of revenues as well as unpredictable revenue flows) and a lack of political will-power. For this reason, the paper provides six detailed recommendations for the future concept of the local public finance system in Libya.

JEL Classification: H7, G20, R10

Keywords: Libya, local public finance, intergovernmental finance system.

¹ The findings, interpretations, and conclusions expressed in this paper are entirely those of the author. They do not necessarily represent the view of the ILPF GmbH or CBS Business School. An earlier version of this paper was provided in July 2019 as “Options for Reforming the Intergovernmental System as well as the Local Public Finance System in Libya” for USAid Libya.

1 Introduction

Libya is a unitary country, with the central government in the capital Tripoli, 22 districts, and 121 municipalities. The number of municipalities has already increased over the last few years, because – based on law 59 / 2012, in combination with decree number 180 / 2013 and decree number 540 / 2013 – the central government generated a total of 99 new municipalities. Those original 99 municipalities were split up further by the central government in several stages to create a total of 112 municipalities by July 2014. Nowadays there are 121 municipalities, 118 of which are already established, whilst three additional municipalities are in the process of being founded.

In the years 2013 and 2014, around 85 municipal councils were effectively elected under the supervision of the Central Committee for Municipal Council Elections, and in those municipalities where no elections were conducted, ad hoc local councils, inherited from the revolution period in 2011 and selected by popular acclamation or through other non-official electoral processes, remained in place.²

Libya had more than 6.7 million inhabitants³ in 2018 and an exact distribution between the 121 municipalities is located in the appendix. The expenditure assignment of the municipalities in Libya is twofold. On the one hand, the legal framework for decentralisation is mainly law 59 / 2012, and article 25 of the respective law has listed a number of expenditure areas, which are fully presented in the appendix. On the other hand, the majority of the municipalities are only acting as an agent for the central government, in issuing identification cards, for example, or doing simple works like cleaning the public parks or taking care of street lighting. In some areas, such as water utilities, there are special purpose public entities which work independently and away from any municipal control.⁴ The so-called municipal guard, which is responsible for example for the local markets, collects the market fee without any municipal supervision⁵ and is an agent of the national Ministry of Local Government (MoLG).

² See UNDP, 2015, page 11.

³ The World Bank has reported 6.3 million people for 2017, see World Bank, 2019, page 1.

⁴ It must also be considered that the Great-Man-Made-River-Project (GMMRP) is the biggest central water supplier in Libya, and for this reason, the decentralised water supply is quite a tricky task, and the municipalities can only collect some user fees. On the other hand, it must be borne in mind that the Libyan population does not have a high tax morale, because historically, no fee at all was charged for such basic services.

⁵ In April 2019, decree number 56 / 2019 was issued, and in article 19 of the respective decree, it was postulated that the mayor of the municipality should supervise the Municipal Guards and determine the decision of the Minister of Local Government on the link between the municipal guards and the municipality, and the communication system between them. However, as in various other areas in Libya, there is a huge discrepancy between the law and its practical implementation in the municipalities.

To summarise the expenditure level, the legal framework delegates a huge number of expenditure areas – housing, planning, roads, basic health, securities, permits, water utilities, electricity – to the municipalities, but in reality the municipalities do not offer this huge number of public services to the people, because of capacity deficits of the local administration (knowledge as well as equipment), fiscal deficits (low volume of revenues as well as unpredictable revenue flows) and a lack of political will-power.

Another huge weakness in the intergovernmental framework in Libya is that the municipalities are not mandated to collect taxes or to receive in reality any fixed portion of national taxes. Apart from a small amount from user fees, the municipalities have only vertical transfers from the central government as their sole source of revenue. The following table explains the structure of these vertical grants from 2013 until 2018 based on the value per citizen⁶ in US-dollars⁷:

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Wage reimbursement	3.6 US-\$	3.0 US-\$	2.7 US-\$	3.7 US-\$	3.6 US-\$	10.8 US-\$
Funds for local expenditure	60.5 US-\$	30.2 US-\$	15.1 US-\$	18.3 US-\$	21.5 US-\$	12.1 US-\$
Funds for local investments	24.2 US-\$	241.9 US-\$	72.6 US-\$	0 US-\$	0 US-\$	0 US-\$

Table 1: Vertical grants from the central government from 2013 until 2018 (own calculation based on law 13 / 2014 and budget plans of central government, mainly from the budget plan of the MoLG for 2013 to 2018)

The allocation factor of the wage reimbursement fund is the salary structure of the municipalities. The local employees are hired and fired by the MoLG and the MoLG transfers the exact salary amount to the municipalities and the municipalities pay out the salary. For this reason, this fund could be called a zero sum game for the municipalities, because they cannot influence the personnel structure themselves, and they

⁶ For the calculation a total population of 6.2 million people was used for every year, which is the median of these respective six years.

⁷ The average exchange rate used for the period was 1 Libyan Dinar = 0.75 US-Dollar.

are again acting only as an agent of the central government. This situation is an extreme violation of the principle of administrative decentralisation.⁸

The funds for local expenditure and local infrastructure are supposed to be distributed between the municipalities based on the three indicators population, geographical area, and a lump sum. However, neither the exact basis of data nor the exact calculation are published by the MoLG, and the transfer system could therefore be described more as an ad hoc system, which creates a lot of negative potential for political pork barrelling.

Moreover, the municipalities also have the problem of a time lag in the availability of the resources. In 2018, for example, the first allocation of the fund for local expenditures was released in September and October.

In combination with the low fiscal autonomy of the municipalities already presented, local expenditure is dependent on federal revenue transfers that leave little room for any freedom of fiscal policy. Unfortunately, a low quality of education and health services leads to low living standards, and their improvement is the key to raising the economic prospects of the municipalities in Libya. Only well educated people with a sound public service delivery are able and willing to pay taxes, because both tax morale and the tax ratio in relation to GDP⁹ – only 1.5% in 2018¹⁰ – are extremely low in Libya.

2 Local public finance and intergovernmental transfer around the world

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.

The Anglo-Saxon countries like Canada, the USA and the United Kingdom provide their local authorities with a very extensive system of property taxation. A local property tax has the advantage that a direct link between the benefit and cost of the public goods can be established. This direct link between the preferences of the citizens in

⁸ In administrative decentralisation, the central government gives regional and local authorities the right to provide and manage public goods under their own full responsibility. For example, the local units are allowed to hire and fire their employees or to offer a particular level of child care.

⁹ GDP in Libya was estimated to be 43.6 billion US dollars or 69.32 billion Libyan dinars in 2018.

¹⁰ The total public revenues in Libya amounted to 35.9 billion Libyan dinars (LYD) in 2018, made up of 33.5 billion LYD from oil revenues and 2.4 billion LYD from non-oil revenues. The non-oil revenues themselves divided into 1.1 billion LYD of tax revenue, 0.4 billion LYD in customs revenue, and 0.9 billion other revenues. Source Central Bank of Libya, 2018, pages 61–62.

terms of local public goods and the policy makers who have to provide the local public goods, cannot be created by grants or transfers.

Besides a local property tax, several European countries – namely Switzerland, Belgium, Croatia and the Scandinavian countries – give significant tax autonomy to their local authorities and therefore a local surcharge on the personal income tax is common.

A third possibility for financing local authorities has been chosen by Austria, Bolivia, Germany, Pakistan and Poland, who have developed local tax systems with their own revenues as well as tax-sharing. The following three figures summarise the different local taxation concepts, as well as the pros and cons of tax sharing and local tax structures around the world:

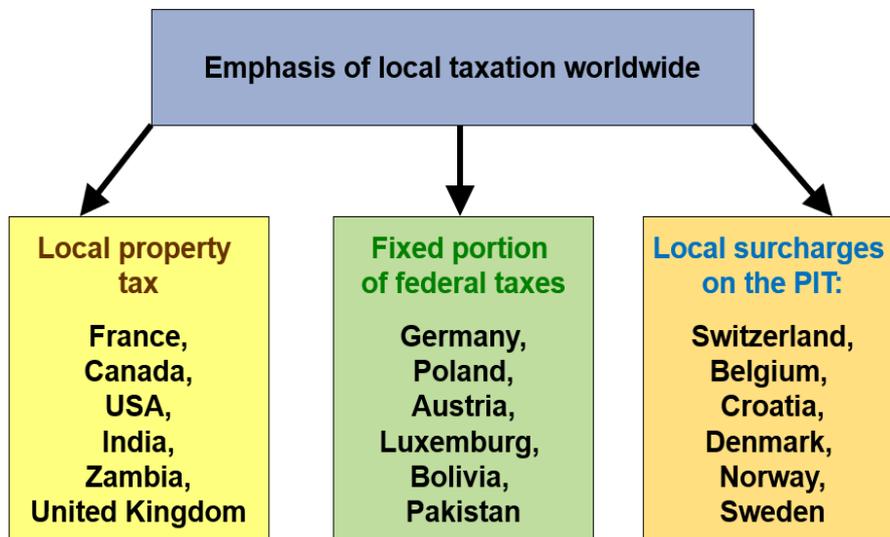


Figure 1: Options for local taxation (Werner, 2019)

	Tax sharing	Own revenues
Pro	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Stable revenues, because the taxes are not strongly affected by economic fluctuation ❖ Common tax for all tiers of government 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ High revenue autonomy and direct link to the local accountability ❖ No political pork barrelling possible
Con	<ul style="list-style-type: none"> ❖ No revenue autonomy and for this reason a low local accountability ❖ lower transparency 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ No stable revenues flow ❖ Administration issue

Figure 2: Pros and cons of tax sharing and own revenues (Werner, 2019)

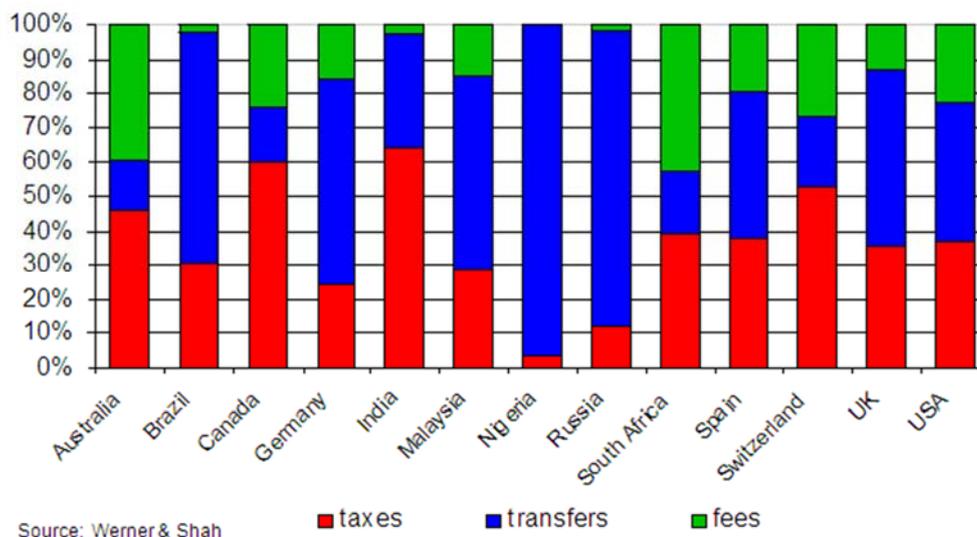


Figure 3: Local public finance structure around the world (Werner, 2019)

The pros of a tax-sharing system are stable revenues, because the taxes are not as strongly affected by economic fluctuations, and a common tax for all tiers of government, which strengthens the solidarity between the different tiers of government (“we are all sitting in the same boat”). The cons of tax-sharing are the lack of revenue autonomy and for this reason a lower level of local accountability and less transparency than in the Anglo-Saxon model with an intensive property tax, or in the Scandinavian model with a local piggy-back tax on the national personal income tax.

Nevertheless, vertical grants are also needed in the Anglo-Saxon model, in the Scandinavian model and the German model. Grants and transfers avoid external effects and spillovers; for example, a local jurisdiction benefits from services of other local authorities without participating in the cost. This situation often exists in the relationship between a metropolitan city and its suburbs.

But why should a country use intergovernmental transfer or even a fiscal equalisation system? The reasons are diverse and could be summarised in

- bridging vertical fiscal gaps, e.g. Canada,
- bridging fiscal divide through fiscal equalisation, e.g. Indonesia and the province of Aceh,
- setting national minimum standards, e.g. Denmark and Sweden for their education sector,
- compensating for benefits spillovers, e.g. Switzerland and Germany with their city states,
- influencing local priorities or political pork barrelling, e.g. with the US Homeland Security grants, earmarked grants for capital investments,

- dealing with infrastructure deficiencies and creating macroeconomic stability in depressed units through incentive grants, e.g. Cohesion Fund of the EU, bailout dilemma in federal countries.

When a country wants to create an equalisation system, the first general question to be answered is whether the equalisation system should consist of direct, horizontal transfers between the subnational entities or whether it should be purely a vertical equalisation system, meaning that there is a transfer between the different tiers of government, for example from the central government to the provinces or from the regions and municipalities.¹¹

The majority of the equalisation systems worldwide are vertical systems, but the German equalisation system among the 16 federal states has a strong horizontal element, for example. Another example of horizontal equalisation is the Swiss education equalisation system for the universities. In Switzerland, there are 12 universities, and two of the twelve are institutions of the central government. The remaining 10 universities are located in 10 cantons and therefore 16 of 26 Swiss cantons do not have to finance a university directly. It is however often the case in Switzerland that a student lives in one canton, but attends the university of a neighbouring canton. This situation can be used as a classical example of spillovers. To solve this problem the canton in which a university is situated receives funds from the other cantons, where the commuting students live. The calculation of the funds is very detailed, so that the different costs of a faculty towards a university and the respective duration of the studies of every student have to be borne in mind for the calculation. The direct payments from one canton to another are an example of horizontal equalisation.¹²

The second question to answer is whether the equalisation system should be based mainly on revenue equalisation or on cost equalisation. Well-known examples of revenue equalisation are the Canadian equalisation system between the provinces (see Boadway, 2004; Bird / Vaillancourt, 2007 and Tombe, 2018) and German equalisation between the federal states (Werner, 2003; Spahn / Werner, 2007 and Werner, 2018). In contrast, Australia and Scandinavian countries such as Denmark or Sweden (see Werner / Shah, 2005) base their respective equalisation systems on the concept of cost equalisation.

¹¹ Normally a vertical equalisation system is a top-down approach, but in the case of the European Union and Bosnia-Herzegovina (from 1995 until 2005, see Werner, Guihéry and Djukic, 2006) there is a bottom-up approach, because the central government was politically weak and did not have its own taxation right, for example.

¹² For detailed description see Werner, 2008.

Revenue equalisation means that a rich local unit is considered rich because it possesses more fiscal revenues per capita than the national average.

Cost equalisation means that the different expenditure needs of municipalities or regions are considered and extra burdens are rebalanced or compensated for in the respective equalisation system or rather in formula.

In Denmark, for example, the local units are responsible for primary education, which means that when you have a lot of young families in your municipalities, your expenditure costs are higher than those of a city with the same total population, but without a huge number of pupils. The equalisation system in Denmark therefore has a so-called demographic composition¹³, which means the population is divided into different age groups, and the municipalities receive their funds based on the individual age of every citizen. Citizens in the age groups from 6 to 16 and older than 85 years generate the highest funds for the municipalities, and people in the age group from 20 to 24 generate the lowest funds in the equalisation formula.

Sometimes there is extreme variation in the topographical situation within a country. For example, if you want to construct an asphalt road in Nepal, it is quite easy to do so in the flat area along the Indian border, but if you construct the same asphalt road in the mountainous terrain of the Himalayas, the production costs of the road are three times higher because of the need for bridges and more intensive earthwork.

Switzerland has included so-called “load-balancing” (*Lastenausgleich*) in their equalisation formula, which is intended to relieve the unquestionable burdens the cantons are subject to through no fault of their own as a result of the spatial development of the economy and the population. Through this component, the central government of Switzerland will transfer 710 million US dollars to the cantons in 2019. The following two figures describe the two principle questions of the equalisation system.

¹³ Besides the demographic factor, there is also another factor which balances the respective socio-economic circumstances of each citizen, for example if a person is unemployed or not or if the person is a migrant or not.

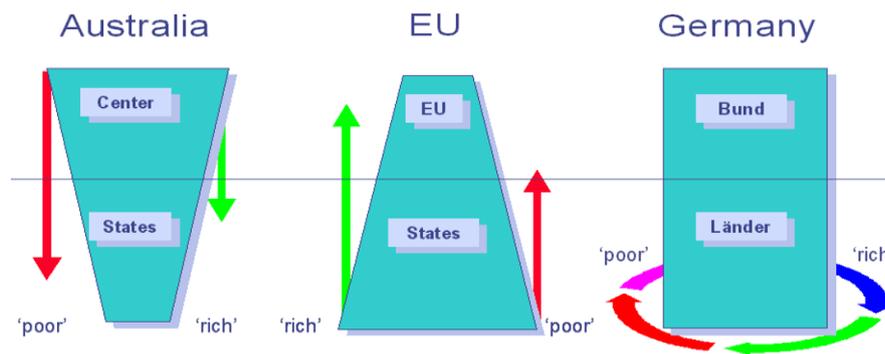


Figure 4: Local public finance structures around the world (Spahn / Werner, 2007)

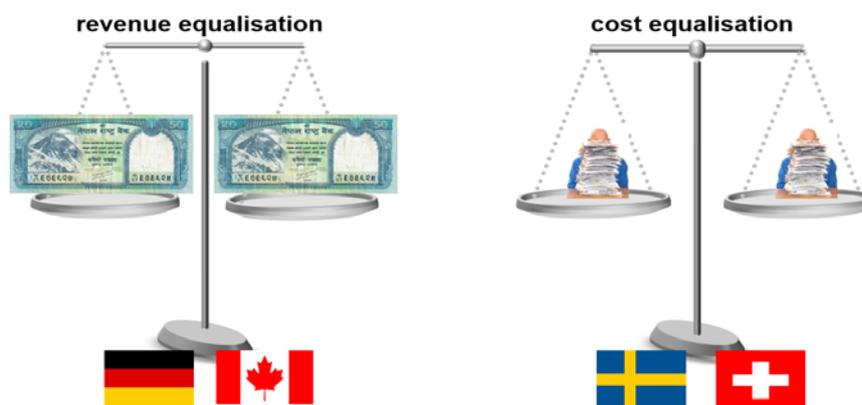


Figure 5: Difference between revenue equalisation and cost equalization (Werner, 2018)

While the German system mainly equalises revenue disparities between the federal states, the Swiss university education equalisation system considers the different expenditure needs of each canton.

Revenue equalisation systems are easier to administer and more transparent. However, revenue equalisation systems are generally unable to take spillover into account. In the view of this author, revenue equalisation should be used solely for regions or provinces, while a local equalisation system should be based on cost equalisation.

The third question to consider in any equalisation system is the institutional arrangement, which could be classified in the following way:

- central government **agency** (“It’s sink or swim”)
 - MoF as in China, Croatia, Italy and Poland
- national **legislature** (“A cobbler should stick to his last”)
 - the Brazilian constitution has fixed the Senate of Brazil
- intergovernmental **forum** (“avoid a toothless paper tiger”)
 - Bolivia, Canada, Indonesia, Germany and Montenegro

- independent agency / **grant commission** (“political outsourcing”)
 - Australia, India, Pakistan, South Africa and Uganda

The following paragraphs explain the different concepts of an independent agency and an intergovernmental forum using Australia and Canada as examples.

Australia has a strong, vertical fiscal imbalance in favour of the central government. It corrects this imbalance by using asymmetric vertical grants (based on the goods and services tax) with an implicit equalising effect. The Australian Commonwealth Grants Commission (CGC), set up in 1933, advises the central government and the Australian states. As an advisory body, the CGC is asked to calculate appropriate ratios of per capita grants for the distribution of general revenue assistance from the Australian Government to the states and territories. The central government as well as states and territories accept the suggested distribution of the grants to the states, even though *de jure* the right to make the final decision belongs to the Commonwealth Minister for Finance and Administration.

The Australian system of fiscal equalisation is one of or even the most complex and thorough systems of all federations worldwide. Australia has put in place an explicit and ambitious equalisation scheme that aims at full, standardised budget equalisation. In establishing a point of reference for such a scheme, Australia not only attempts to evaluate the standardised taxing capacity of its states, but also of standardised expenditures adjusted for needs and cost differentials among jurisdictions.

This all-embracing approach to equalisation in Australia is often criticised for its complexity and lack of transparency. Even the CGC itself observes that “the simplification of methods should be a priority going forward” (see CGC, 2004, page 84).

The Canadian equalisation system is embedded in a heterogeneity of different forms of cultural heritage, with the major French-speaking province of Quebec, the bilingual mixed province of New Brunswick and the eight English-speaking Anglo-Saxon provinces. On the one hand, Canada has one of the highest forms of subnational tax sovereignty in the world, but on the other hand, the economically weak provinces, which are mostly located on the Atlantic Ocean coastline, are heavily influenced by the vertical equalisation grants of the central government in Ottawa.

On 5th December 2003, the premiers of Canada’s 10 provinces and 3 territories created the Council of the Federation. The Council of the Federation’s objectives are to promote interprovincial territorial cooperation, to foster the relations between governments based on respect for the Constitution and recognition of the diversity within the Federation, and to show leadership on issues important to all Canadians. This intergovernmental forum is a council without the central government and shows the

political strength of the provinces in Canada. The Canadian Intergovernmental Conference Secretariat (CICS) is a neutral agency which provides administrative services required for the planning and conduct of intergovernmental conferences. The CICS was established in May 1973 and is an impartial agency at the service of 14 governments (central, provincial and territorial).

3 Recommendation for Libya

The first recommendation. The local governance system in Libya is currently undergoing substantial changes as significant steps are undertaken towards greater decentralisation of service delivery and fiscal responsibilities. This decentralisation initiative requires that persons possessing the necessary technical skills be available to both the Ministry of Local Government and the municipalities (and the provinces, if and when these are established). To ensure that a sufficient pool of persons possessing the needed technical skills are available, it is recommended that the “Abu Saleem Local Governance Center” be reinvigorated to serve as a local governance public service academy. Currently this advanced training institution is dormant, because no courses are being held and the institution exists virtually only on paper. However, the municipalities in Libya have a huge personnel deficit in terms of administrative knowledge and skills; and the general principle for successful decentralisation is that “finance follows function, and function follows capacity.”

The second recommendation. To ensure the legitimacy of the local officials who are managing local financial resources – including those generated as own source revenue and those transferred by the central government – it is imperative for the country to continue holding nationwide local elections every four years. Democratic legitimation is important to the establishment of the tax-benefit connection at the local level and can send a clear signal of normality, peace, and stability to the people.¹⁴ Moreover, it is crucial to the deepening of social accountability and community participation that local governments be made answerable to their constituencies.

The third recommendation. It is necessary to introduce significant types of own-source revenue for municipalities in Libya. Currently, the municipalities are highly

¹⁴ An international example is the Pakistani province of Khyber Pakhtunkhwa (KP), close to the border with Afghanistan. The province was confronted with the “War in North-West Pakistan” in 2004, which was an armed conflict between the regular Pakistani army and various armed militant groups, such as the Tehrik-i-Taliban Pakistan (TTP), Jundallah, Lashkar-e-Islam (LeI), Tehreek-e-Nafaz-e-Shariat-e-Mohammadi (TNSM) and al-Qaeda. Local elections were held in KP on 30th May 2015, and a total of 84,420 candidates contested 41,762 seats on district, town, neighbourhood and village councils. They were the first local elections in the province for ten years, because the last local elections in the province had taken place in February 2005. The local councils that had been elected then were dissolved on 20th February 2010 after their term of office ended, and they were replaced by administrators until the 2015 elections.

dependent on vertical transfers from the central government and have no fiscal autonomy. One of the key issues for the Libyan local authorities 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.

Based on the classification of Figure 1, only the option of property tax seems to be advisable in the Libyan context, because there is no enhanced personal income tax system in Libya yet, which would allow a piggy back of local surcharges on the national personal income tax, as in the Nordic countries, Switzerland, Belgium and Croatia. Moreover, a tax sharing system such as that of Bolivia, Pakistan or Germany is also not possible, because there is no valued added tax to share in Libya and – even if there were – tax sharing of this kind would not increase the fiscal freedom of the municipalities in Libya enough.

Hence, the introduction of a local property tax could be the only main source for gaining 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, as its introduction requires a thorough strategy and implementation plan, which could be developed during the next five years.

A general problem of all property tax systems is the question of how to obtain a market-based valuation of the property without generating high administrative costs.

In the Libyan case, there is only an incomplete nation-wide cadastre. 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 Libya should thus use the following concept:

- tax administration and tax collection should be handled by the central administration, with the central government receiving 15% of the total tax revenues as a refund for administration costs. This feature can be compared to a tax sharing system.
- the tax rate should be fixed independently by every municipality and the central government should set only a minimum tax rate. This feature guarantees high revenue autonomy for the municipalities.
- in Libya there is an incomplete cadastre for the properties, and therefore it is not possible to evaluate the properties based on the selling prices of neighboring properties. The assessment of the property thus has to be handled by the central government along the following general guidelines:

- Three benchmark indicators could be used to determine the tax assessment base for real property:
 - (a) maximum ground space,
 - (b) maximum number of floors, and
 - (c) size of property.¹⁵

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 zones¹⁶, 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 established by the central government. This is 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 local real property tax would be calculated in the following manner:

Ground space · Floor number · Size of property · Zone factor · Local tax rate = Tax liability

In addition, a process for valuing real property will need to be established. Various valuation approaches based on limited surveying work have been used in developing countries. These approaches should be reviewed with an eye to establishing a mass valuation process best suited to the current Libyan context. A new property tax system such as this one could be implemented within the next five years in Libya, if there is a common political will-power. Moreover, a well-conceived and properly managed

¹⁵ 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.

¹⁶ Based on decree 225 / 2018 the municipalities are newly responsible for offering construction permits. Article 11 of this decree orders also a filed survey by the office of urban planning and public property (OUPPP). The democratic elected mayor – with the assistance of the OUPPP – could suggest the building zones and to lower the corruption factor such building zones need the approval of the local council.

pilot program involving a small number of municipalities could be completed within two to three years. Such a pilot program could establish the basis and build the culture and experiences for the new property tax system.

The *fourth recommendation*. It is to introduce a transfer system that is formula-based and ensures that national income, mainly from the oil revenues, reaches all citizens through decentralised, improved service delivery in Libya. The basic vertical transfer could have the nature of a block or unconditional grant. Additional vertical transfers could be made in the long term in the form of categorical grants; i.e. grants provided for a specific purpose, such as education or health. The amount of any vertical transfer, regardless of type, should be determined in strict accordance with a formula that is highly transparent and easy to administer.

To prevent any future ad-hoc decision-making or even political pork barrelling, it is essential for the Ministry of Local Government to publish all information – the formulae, collected data and calculation for every municipality – in advance on the internet. Such a transparent process allows the municipalities to control the whole work flow of the transfer system on the one hand, and at the same time, the civil society can also cross check how funds have been delivered from the central government to their respective municipalities. The following block grant formula is a transparent and easily administrable example for Libya:

$$T_i = 0.50 \cdot (POP_i / POP_{nation}) + 0.40 (Dev_i - Dev_{nation}) + 0.10 (LocalRev_i - LocalRev_{nation})^{17}$$

T_i : receiving transfer of the local authority i

POP_i : number of inhabitants in local authority i based on the census of 2006

POP_{nation} : total population of the whole nation based on census of the year 2006

$LocalRev_i$: collected own revenues in local authority i per capita (based on census 2006)

$LocalRev_{nation}$: total collected own revenues in the nation per capita (census 2006)

Dev_i : development index¹⁸ of the local authority i

Dev_{region} average, nationwide development index

¹⁷ In a previous version a ratio of 75% population and 15% development index was selected by the author. However, the local partner has clearly responded that such a high portion of population is politically undesirable. From the technical aspect the author wants to underline again that population is a very transparent indicator as well the only fully available data set for Libya. Moreover, the author emphasizes again that the selection process of any future criteria for the developing index will create even more political tension, but finally the author fulfills the wish of the local partner and revises the formula.

¹⁸ The development index considers for example the topographic situation, the climatic circumstances or the burden from Libyan refugees in every municipality individually.

In the years without any revenues from the future property tax, the formula can use the indicator “LocalRev” instead – a “population readjustment factor” to strengthen the urban centres in Libya. A metropolitan area has per capita higher expenditure needs than a city with just 10,000 inhabitants. For example, the number of inhabitants in the municipalities with more than 100,000 citizens would be “readjusted” in the formula, i.e. the inhabitant numbers would be multiplied by a factor of 1.35.

Moreover, in the first years after the introduction of the local property tax, the “LocalRev” indicator could be an incentive grant, which would mean that, for every Libyan dinar collected from property tax, the municipality would receive an additional Libyan dinar from the transfer system to generate an incentive to collect the tax in a proper way. 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.

In addition to block grants, many IGF regimes around the world establish for one or more categorical grants to provide financing for specific purposes. Categorical grants are sometimes desirable because they ensure a much stronger correspondence with objective needs-based indicators in critical expenditure areas (e.g., health, education) than can be achieved if fiscal resources are allocated solely through a general unconditional block grant. Categorical grants could be viewed in some instances as eroding the fiscal autonomy of the local units, as it limits the autonomy of local mayors to independently determine about their fiscal resources. From that perspective at a theoretical level of accountability, unconditional block grants make more sense than earmarked grants. However, under the current transitional circumstances in Libya it can not necessarily be expected to fully and accurately reflect the priority needs of local citizens. Given this, and in the interest of ensuring national minimum standards of public goods, earmarked grants are sometimes considered preferable. For this reason, Libya should give serious consideration to the types of categorical grants. Libya should start with a formula-based block grant, and should seriously consider designing and implementing a categorical grant mechanism in the next 2–4 years in key service provision areas (e.g. education, health care), in a manner that would effectively supplement the block grant formula.

The *fifth recommendation*. It is recommended that a pooled financing arrangement be established to enhance municipal revenue through a Local Development Fund (LDF). Besides taxes, fees and vertical transfers, the concept of local borrowing also has a huge effect on the delivery of infrastructure. Possible options for the local government borrowing system are:

- (1) Severe restriction and generally no independent local borrowing¹⁹
 - Ethiopia, China (until 2015) and Pakistan
- (2) Pooled municipal government debt through a provincial government agency
 - Canada and India
- (3) A municipal bond system
 - USA, Mexico, Poland, Czech Republic, Slovakia, Hungary, China (since 2015) and South Africa
- (4) Commercial and private banks
 - France, Belgium = until the collapse of Dexia
- (5) Public “savings banks” with a normal commercial business
 - Austria, Germany
- (6) Public central institution or a public bank without any commercial business
 - Denmark, France, Norway and United Kingdom

Because of the limited capital market in Libya, options three, four and five are not possible, and the examples of South Africa or the United Kingdom²⁰ prove that the municipal bond system is not always a silver bullet. Moreover, a public banking institution is not a realistic possibility under current institutional circumstances either for Libya, given the major institution-building requirements implied, and the checkered governance and financial viability track record of such entities in general in emerging market settings.

However, instead of unregulated access to the capital market, Libya might consider combining the concept of pool financing and the establishment of a local infrastruc-

¹⁹ National law restricts any form of local borrowing. For example, the Pakistan province Punjab has reformed their local government system in April 2019. Article 149, clause 1 of the respective law says that a local government may with the previous sanction of the government of Punjab raise a loan. In China the national Ministry of Finance has operated with a similar strict regulation. National law restricts any form of local borrowing. For example, the Pakistan province Punjab has reformed their local government system in April 2019. Article 149, clause 1 of the respective law says that a local government may with the previous sanction of the government of Punjab raise a loan.

²⁰ In the United Kingdom, the UK Municipal Bonds Agency was created – in addition to the Public Works Loan Board – to lower the long-term financing costs of British municipalities through the bond market. The Municipal Bonds Agency was introduced by the Local Government Association with the idea that multiple councils banded together would have enough clout to raise hundreds of millions of pounds. The theory was that investors would be reassured by lending across a diverse “pooled” spread of councils. The response of the capital market to this concept was reserved, especially after the fiscal crisis at Northamptonshire County Council.

ture finance mechanism. Including rural entities in a common pooled financing system is almost certainly cheaper for the urban areas in Libya, because if the gap in infrastructure delivery between rural and urban entities increases, then rural depopulation will also increase, putting pressure on the infrastructure provisions of urban authorities.

One option that Libya might consider is the establishment of a Local Development Fund (LDF). A LDF could, for example, offer municipalities grant financing for future local infrastructure projects, but not for current expenditures. There are various potential mechanisms for financing such a fund. One possibility would be the dedication of 10% of national tax and customs revenues. Currently, Article 49 of Law 59 provides that 10% of national tax and customs revenue is to be allocated to the provinces; however, the provinces do not currently exist, so perhaps a legal mechanism might be found to make this funding available to local governments.

On the other hand, it must be borne in mind that there are currently low national tax revenues, and customs revenues are not significant. In addition to these current constraints, the creation of an LDF or other local finance institution will require substantial institutional capacity building, as well as the development of a robust system of safeguards to protect against abuse and pork barrel arrangements. Grant allocation should in fact be made on the basis of a rigorous cost-benefit / cost-efficiency analysis regarding the net benefits of an infrastructure project financing proposal.

The *sixth recommendation*. It is to create a stabilisation fund (see Werner, 2012) for oil revenues – as in Russia for oil or in Chile for copper – to reduce the negative economic effects of any oil price fluctuation for Libya.²¹

The *seventh recommendation*. It is to widen bank account access and provide full fiscal responsibility for all collected fees, revenues from property rents, and revenues from the sales of property by the municipalities (“own source revenues bank accounts”). Recently the competence for some²², but not all, fee collections by the so-called MH5 of the MoF’s accounting department has already been reduced, but it certainly provokes criticism based on inadequate transparency when the fees are not

²¹ Such a stabilisation fund is not a new instrument rather it should be a general principle of the already existing Libyan Investment Agency. Moreover, the Libyan Investment Agency (LIA) should also consider the Extractive Industries Transparency Initiative (EITI) and it should be politically decided a priori how much money from this fund should be used for the local units.

²² The transfer of authorities to municipalities that started in late 2018 and early 2019, when MoLG issued a series of decrees authorising municipalities to carry out a number of functions as stated in article 25 of law 59 of 2012 and to point out decree number 14 of 2019 issued by the minister of local government on municipal fees where municipalities are authorised to collect fees and have their own source revenue bank account at a local commercial bank.

collected directly by the municipalities. Instead, all such revenues are transferred from the MoF to the MoLG, and the MoLG then sends them to the municipalities; local units thus have no possibility to control the flow of capital.

4 Conclusion

Local public finance and fiscal transfers are a highly technical as well as political issue. Institutional arrangements can reduce or increase fiscal conflicts. Thus, the importance of the institutional arrangement of the future equalisation system in Libya cannot be underestimated. Because of limitations in the administrative capacity of the national MoLG and in the quality and accuracy of available data in Libya, any new equalisation system must be simple and transparent. It should use the existing data on population figures, though a new census should be undertaken as quickly as possible to acquire an even more reliable indicator. The suggested concept of pooled financing and the creation of an institution to provide debt financing to local governments for local infrastructure projects, like the MIA, which could be a municipal development fund administrated purely by the MOLG or a combination of MOLG with some additional local representatives, offers subnational entities a longer term option for financing infrastructure investments. It also fulfils the so-called golden rule of fiscal policy, whereby a government – including a local government – may only borrow to finance investments and not to fund current spending. The following table classifies the seven recommendations of this article in terms of their temporal implementation.

Short term within one year	Medium term within 1–3 years	Long term within five years
<ul style="list-style-type: none"> • A transparent formula for the block grant vertical transfer • Full operation of the local governance school • Full bank account access rights for the municipalities in the area of fees and any revenues from property 	<ul style="list-style-type: none"> • Municipal Development Fund (MDF) • Oil stabilisation fund • Local elections throughout Libya • Pilot application of a local property tax • Establishment of two or three categorical grant transfer mechanisms and the formula for each as well as for the block grant 	<ul style="list-style-type: none"> • A nationwide local property tax

5 Appendix

The following table classifies the municipalities based on population figures in 2018:

Size of population	# of municipalities	Band
Over 500,000	1	A
From 100,000 – 499,999	19	B
From 75,000 – 99,999	7	C
From 50,000 – 74,999	6	D
From 25,000 – 49,999	27	E
From 10,000 – 24,999	37	F
From 5,000 – 9,999	13	G
From 1,000 – 4,999	10	H
Under 1,000	1	I

Table 1: Population structure of the municipalities in Libya (Ministry of Local Governments, 2019)

The expenditure assignment of the municipalities in Libya is twofold. On the one hand, the legal framework for decentralisation is mainly law 59 / 2012, and article 25 of the respective law determines the following expenditure areas:

- (1) Urban planning
- (2) Health and social affairs
- (3) Water utilities
- (4) Street lighting
- (5) Sanitation / public hygiene, for example waste management
- (6) Local transportation, for example the public transportation system or licences for private taxis
- (7) Public parks
- (8) Shelter / social housing
- (9) Public space management, for example licences for billboards or pedlars, control of the traffic and provisions of parking lots
- (10) Cemeteries
- (11) Civil registry affairs, for example birth certification, civil status or identification cards as agents of the central government
- (12) Regulation of local markets and slaughterhouses
- (13) Construction and maintenance of local roads and bridges
- (14) Licences for economic activities of private companies
- (15) Monitoring of the environment and public health, for example pollution and the safety of commercial premises, foodstuff inspections and pest control in private or commercial properties

The following Box 1 explains the concept of pooled financing in India.

Box 1: Pooled financing like the Tamil Nadu Urban Development Fund in India

The Tamil Nadu Urban Development Fund (TNUDF) was established in 1996 and is mainly financed by the regional government of Tamil Nadu and the World Bank.

The fund manager of the TNUDF is Tamil Nadu Urban Infrastructure Financial Services Limited (TNUIFSL). The regional government holds 49% shares of the TNUIFSL and the remaining 51% of shares belongs to three national banks. The daily management responsibility of this fund belongs to the ICICI Bank, which holds with 21%, the largest share of the three Indian banks.

Eligible Borrowers for the Tamil Nadu Urban Development Fund include both urban local bodies in India and any private institutions that create urban infrastructures in India.

The TNUDF uses both capacity development and pooled financing for the infrastructure financing. Pooled financing means that several projects are pooled and lumped together in a bond issuance, and this can provide a significant reduction of transaction costs and improved pricing. Especially for smaller and less creditworthy local authorities, this concept makes sense.

Currently, a sum of Rs. 3,510.19 crores is available at the TNUDF for providing financial assistance for the implementation of urban infrastructure projects.²³

The lesson to be learned from the Tamil Nadu Urban Development Fund in India is that the local units should use the idea of pooled financing as much as possible to reduce their financing costs. Moreover, the urban areas should not be blind to the financial situation of their surrounding rural entities. To include those rural entities in a common pooled financing is surely cheaper in the long run for the urban entities, because if the infrastructure delivery gap between rural and urban entities increases, then the rural depopulation will also increase and the urban authorities will have pressure on their own infrastructure.

Furthermore, the aspect of capacity development should not be underestimated, as financial institutions such as commercial banks or pension funds from abroad expect very qualified dialogue partners.

²³ Tamil Nadu Urban Development Fund, 2019, page 2.

6 References

- Bird, Richard M./ Vaillancourt, François (2007): Reconciling Diversity with Equity: The Role of Intergovernmental Fiscal Arrangements in Maintaining an Effective State in Canada in Richard Bird und Robert Ebel (ed.), *Fiscal Fragmentation in Decentralized Countries: Subsidiarity, Solidarity and Asymmetry*, Cheltenham / United Kingdom, Edward Elgar Publishing: 49–88.
- Boadway, Robin (2004): *How well is the equalization system reducing fiscal disparities?*, Internal paper prepared for the Government of Prince Edward Island, Kingston, Canada.
- Central Bank of Libya (2018): *Economic Bulletin 4th Quarter 2018*, Tripoli / Libya.
- Commonwealth Grants Commission (2004): *Report on State Revenue Sharing Relationships 2004 review*, Canberra / Australia: Commonwealth Grants Commission.
- Ministry of Local Government (2019): إحصائية توزيع السكان التقديري في البلديات لسنة 2018 و عدد السكان في البلديات لسنة 2006, Tripoli, Libya
- Spahn, Paul Bernd / Werner, Jan (2007): Germany at the Junction between Solidarity and Subsidiarity in Richard Bird und Robert Ebel (ed.), *Fiscal Fragmentation in Decentralized Countries: Subsidiarity, Solidarity and Asymmetry*, Cheltenham / United Kingdom, Edward Elgar Publishing: 89–113.
- Tamil Nadu Urban Development Fund (2019): *Report on the activities of Tamil Nadu Urban Development Fund for the Financial Year 2017–2018*, Chennai / India.
- Tombe, Trevor (2018): *Final, Unalterable (and Up for Negotiation): Federal-Provincial Transfers in Canada*, University of Calgary, unpublished working paper.
- United Nation Development Programme Libya – UNDP (2015): *Rapid Diagnostic on the Situation of Local Governance and Local Development in Libya*, Tripoli / Libya.
- Werner, Jan / Guihéry, Laurent and Djukic, Ognjen (2006): Fiscal Federalism in Bosnia and Herzegovina: Ten Years after the Dayton Treatment and Still not in a Steady Condition in *Journal of Economic Asymmetries*, Volume 3, Issue 2, page 125–148.
- Werner, Jan / Shah, Anwar (2005): *Equalisation and Local Taxation in Denmark, Norway and Sweden*, ILPF Working paper 02-2005, page 1–21.
- Werner, Jan (2019): Options to support Urban Infrastructure Delivery in Pakistan - a survey for the province Punjab in Sucky et al (2019) *Mobility in Globalised World 2018*, Logistik & Supply Chain Management Issue 16, Bamberg, Germany, University of Bamberg Press, page 245–257.
- Werner, Jan (2018): “El modelo de financiación de los estados federales de Alemania: características generales y nivelación fiscal” at the conference Financiación territorial en España y otros países by Instituto de Estudios Fiscales y FEDEA in Madrid (Spain), April 13th, 2018.

- Werner, Jan (2012): Revenues from National Resource Taxation – both a blessing and a curse in Werner, Jan / Sucky, Eric / Biethahn, Niels and Grube, Gerd (2012): *Mobility in Globalised World*, Logistik & Supply Chain Management Issue 6, Bamberg, Germany, University of Bamberg Press, page 45–50.
- Werner, Jan (2008): Fiscal Equalisation and Fiscal Conflicts are Like the Chicken or Egg Question – Which Came First? in Ron Watts and Rupak Chattopadhyay (eds.) *Unity in Diversity: Learning From Each Other: Fiscal Federalism - Volume 2*, New Delhi / India, Viva Books, page 114–127.
- Werner, Jan (2003): El federalismo Alemán en *Estado de Fluctuación in Zergak Gaceta Tributaria del Pais Vasco*, Volume 25, Issue 3, page 81–114.
- World Bank (2019): *Libya's Economic Update* – April 2019, Washington / USA.

Diffusion einer disruptiven Innovation am Beispiel der E-Mobilität in Deutschland

Prof. Dr. Christian Lucas

IUBH Internationale Hochschule, Hildebrandtstraße 24c, 40215 Düsseldorf,
c.lucas@iubh.de

1	Entwicklung der E-Mobilität von Kraftfahrzeugen in Deutschland	66
2	Disruptive Innovationen als spezielle Art der Innovation	67
3	Faktoren, die die Akzeptanz von Innovationen beeinflussen	68
4	Aktuelle Schwächen der Forschung	75
5	Konzept einer möglichen Lösung zur Erforschung individueller Charakteristika zukünftiger Konsumenten	76
6	Literaturverzeichnis	76

Abstract:

Die automobilen Elektromobilität ist für die deutsche Automobilwirtschaft, genauso wie für die Konsumenten, eine disruptive Innovation. Dies bedingt einen gesonderten Umgang mit der Neuerung auf beiden Seiten. Der vorliegende Beitrag untersucht unterschiedliche Faktoren, die die Akzeptanz dieser Innovation beeinflussen und erarbeitet Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Marktdurchdringung. Auf Basis der gefundenen Informationen wird ein Konzept erarbeitet, wie die richtigen, weil zukünftigen Konsumenten untersucht werden können.

JEL Classification: L62, M30

Keywords: E-Mobility, automotive, disruptive innovation, diffusion of innovation, customer segmentation, innovation management.

1 Entwicklung der E-Mobilität von Kraftfahrzeugen in Deutschland

Schon im Jahr 1888, also nur zwei Jahre nach Gottlieb Daimler's Motorkutsche, wurde im bayerischen Coburg mit dem Flocken Elektrowagen das erste deutsche Elektroauto fabriziert (vgl. Kriegel, 2018). Durch die Erfindung eines elektrischen Anlassers für Benzinkutschen um das Jahr 1910 konnte sich aber langfristig der Verbrennungsmotor durchsetzen. Dieser bot zusätzliche Vorteile, wie eine größere Reichweite oder auch den Verbrauch von günstigerem Kraftstoff (vgl. Maxwill, 2012). Erst in den 1990er Jahren kamen die Elektroautos, u. a. bedingt durch Ölkrise und ein wachsendes Umweltbewusstsein, erneut auf den Markt. Mit dem Toyota Prius wurde 1997 ein erstes Großserienmodell mit Hybridantrieb vorgestellt, das bis Mitte 2019 weltweit bereits über 4,4 Millionen mal verkauft werden konnte (vgl. Naughton, 2019). Tesla verkaufte sein erstes Elektroauto, den Tesla Roadster, von 2008 bis 2012 etwa 2.400 mal (vgl. Brown, 2016). Im Jahr 2019 wird Tesla ca. 380.000 Elektrofahrzeuge der Modelle S, X und 3 absetzen, ein Absatzplus von ca. 55 % gegenüber dem Vorjahr (vgl. Wayland und Kolodny, 2019). Den weltweiten Markt dominieren, gemessen nach Verkäufen im Jahr 2018, nach dem Tesla Model 3, vor allem asiatische Modelle wie der BAIC EC-Series, der Nissan Leaf, der BYD Qin PHEV, JAC iEV oder auch der BYD e5. BMW kommt als erster deutscher Hersteller, mit 29.040 verkauften 530e Modellen, auf Platz 22 (Bay, 2019).

Die Entwicklung der weltweiten Absatzzahlen von Elektrofahrzeugen (Battery Electric Vehicles – BEV, und Plug-In Hybrid Vehicles – PHEV) ist stark positiv, mit einer Wachstumsrate von 68 % in Jahr 2018 gegenüber 2017. Dies entspricht einem Absatz von etwa 2 Millionen Fahrzeugen weltweit. Der chinesische Markt wuchs dabei mit 55 %, der US-amerikanische Markt mit 82 % und der europäische Markt mit 31 % (nach einem Wachstum von 41 % im Jahr zuvor) (IEA, 2019). Betrachtet man hingegen speziell den Anteil von E-Fahrzeugen an den Neuzulassungen eines Landes, ergibt sich ein anderes Bild. Dieser lag in Deutschland im Jahr 2018 bei 2,0 %. Weltweit lag dieser Wert für das Jahr 2018 bei 2,4 %. Norwegen dominierte hier mit knapp 50 %, Schweden kam auf 8,1 %, Niederlande auf 6 %, Großbritannien auf 2,5 %. In China betrug der Anteil 4,5 % und in den USA 2,1 % (CAM, 2019). Es lässt sich also feststellen, dass deutsche Kunden vorsichtiger sind bei der Annahme dieser neuen Technologie. Diese Tatsache soll im Folgenden weiter analysiert werden.

2 Disruptive Innovationen als spezielle Art der Innovation

Joseph Schumpeter gilt als einer der Gründungsväter der Innovationsforschung und beschäftigte sich schon 1912 mit dem Thema in seinem Werk „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“. In der 1. Auflage hängt nach Schumpeter noch vieles von der Person des Unternehmers als treibende Kraft der Innovation ab, während die Unternehmerfunktion ab der 2. Auflage im Jahr 1926 stärker in den Mittelpunkt der Betrachtung rückt (vgl. Schumpeter, 1912, S. VI). So schreibt Schumpeter vom Innovator: „Unser Mann der Tat folgt nicht einfach gegebener oder unmittelbar zu erwartender Nachfrage. Er nötigt seine Produkte dem Markte auf. Das ist ein jedem Geschäftsmanne vertrauter Vorgang. Wenn ein neues Produkt auf einem Markte eingeführt werden soll, so gilt es, die Leute zu seinem Gebrauche zu überreden, unter Umständen sogar zu zwingen. [...] Da müssen Bedürfnisse und Nachfrage erst künstlich geweckt werden“ (Schumpeter, 1912, S. 133). Weiter schreibt er, „[die Unternehmer] werden Neues schaffen und Altes zerstören, kühne Pläne irgendwelcher Art konzipieren und durchführen“ (Schumpeter, 1912, S. 157). Für Schumpeter geht es hier also um Neuerungen jedweder Art. Diese beinhalten radikale wie auch inkrementelle Produktinnovationen, genauso wie sie auch die Einführung neuer Produktionsmethoden oder auch die Erschließung neuer Absatzmärkte beinhalten (vgl. Disch, 2006, S. 12). Dem folgend kann man Innovation als das „Erkennen und Durchsetzen neuer Möglichkeiten auf wirtschaftlichem Gebiet“ bezeichnen (vgl. Schumpeter, 1927, S. 483).

Jahre später spricht Schumpeter in seiner Analyse des Kapitalismus, Sozialismus und der Demokratie vom Prozess der schöpferischen Zerstörung (Schumpeter, 2005, S. 134), wenn er etwa schreibt: „Die Eröffnung neuer, fremder oder einheimischer Märkte und die organisatorische Entwicklung vom Handwerksbetrieb und der Fabrik zu [...] Konzernen [...] illustrieren den gleichen Prozeß einer industriellen Mutation [...], der unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur *von innen heraus* revolutioniert, unaufhörlich die alte Struktur zerstört und unaufhörlich eine neue schafft“ (Schumpeter, 2005, S. 137 f). Hier bezieht sich Schumpeter stärker auf disruptive Innovationen, die nachfolgend von Christensen (2016) mit Fokus auf Produkttechnologien intensiver behandelt werden. Dieser definiert disruptive Innovationen in seinem Werk „The Innovator’s Dilemma“ als „innovations that result in *worse* product performance, at least in the near-term“ (Christensen, 2016, S. xix). Diese Art der Innovation würde zwar eher seltener vorkommen als beispielsweise Innovationen *evolutionärer* (engl. *sustaining*) Natur, brächten jedoch regelmäßig die Branchenführer zu Fall (vgl. Christensen, 2016, S. 14). Er schreibt: „Im Allgemeinen sind disruptive Innovationen relativ einfach ‚gestrickt‘. Sie bestehen aus Standardkomponenten, die im Vergleich zu den Vorgängertechnologien nicht selten simpler zusammengesetzt waren. Sie bieten

weniger Leistung als die Kunden in bestehenden Märkten verlangen und können deshalb in diesen nicht erfolgreich angeboten werden. Allerdings weisen sie Leistungsmerkmale auf, die in neu entstehenden, vom Volumen her noch unbedeutenden Märkten geschätzt werden“ (Christensen et al., 2013, S. 31 f.). Warum sie trotzdem die etablierten Unternehmen und Branchenführer zum Scheitern bringen können, liegt unter anderem an der Charakteristik des technologischen Fortschritts. Technologien entwickeln sich laut Christensens Analyse oftmals schneller als das Marktbedürfnis (siehe Abb. 1), womit sich die Relevanz und Wettbewerbsfähigkeit dieser Technologien im Zeitablauf ändert. Die Technologien erreichen nach einiger Zeit die Mindestanforderungen an Produktperformance, die der Markt verlangt und lösen so die etablierten und teureren Technologien ab (vgl. Christensen et al., 2013, S. 6).

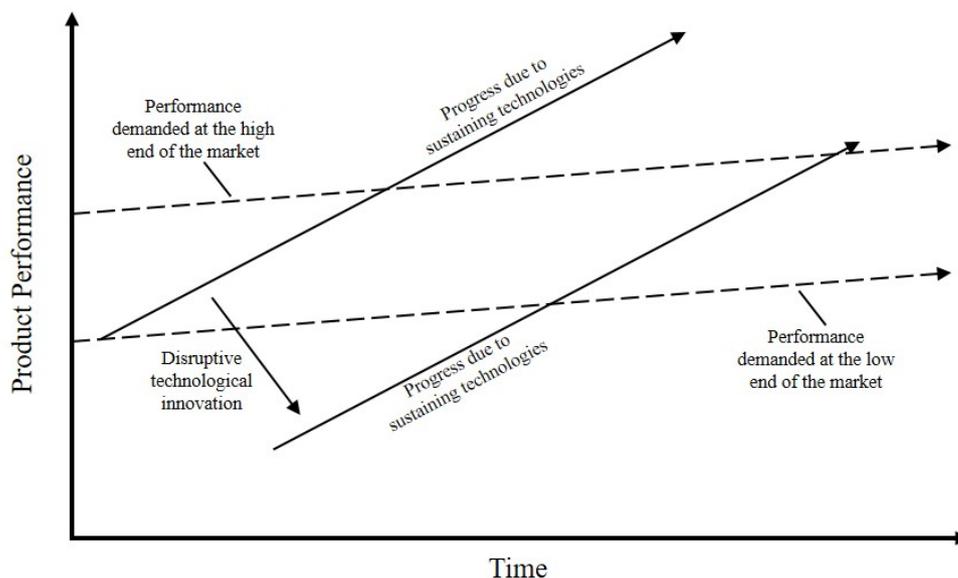


Abbildung 1: Die Entwicklung evolutionärer (sustaining) versus disruptiver Technologien (eigene Darstellung in Anlehnung an Christensen (2016, S. xx))

3 Faktoren, die die Akzeptanz von Innovationen beeinflussen

Die Akzeptanz und Marktdurchdringung von Innovationen ist spätestens seit Rogers, 1962, Teil der aktuellen Forschung zum Thema Innovationsmanagement. Rogers spricht hier von einem Prozess, in dem vier Kernelemente die Diffusion im Allgemeinen bestimmen: (1) Zeit, (2) die Innovation selber, (3) genutzte Kommunikationskanäle und (4) die sozialen Systeme, in denen die Innovation eingebettet werden soll (vgl. Rogers, 2003, S. 36). Des Weiteren unterscheidet Rogers noch die individuelle Übernahme von Innovationen als Innovations-Entscheidungs-Prozess einzelner Konsumenten (vgl. Rogers, 2003, S. 168 ff.) und untergliedert diesen idealtypisch in fünf Phasen: (1) Wissen, (2) Überzeugung, (3) Entscheidung, (4) Implementierung und (5) Bestätigung (vgl. auch Karnowski und Kümpel, 2016, S. 100).

Auf die Zeit als erstes Kernelement wurde bereits im letzten Kapitel eingegangen. Es wird, Christensen (2016) folgend, davon ausgegangen, dass die technologische Entwicklung schneller voranschreitet als sich die Bedürfnisse der Marktteilnehmer entwickeln. Wie sich die Geschwindigkeit dieser Entwicklung noch steigern lässt, wurde bereits an anderer Stelle besprochen (vgl. Lucas, 2018, S. 156 ff.).

Da der Einfluss genutzter Kommunikationskanäle auf die Diffusion von Innovationen immer auch kundensegmentspezifisch ist, wird dieser Faktor bei der Behandlung des individuellen Innovations-Entscheidungs-Prozesses berücksichtigt.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die Charakteristika der Innovation selber, die des Umfelds (sozialen Systems) und die der Konsumenten (vgl. auch Tidd und Bessant, 2018, S. 321).

3.1 Charakteristika der Innovation

Tidd und Bessant (2018, S. 322 ff.) listen fünf Charakteristika von Innovationen auf, die die Diffusion von Innovationen allgemeingültig beeinflussen: (1) individuell wahrgenommener relativer Vorteil, (2) Kompatibilität mit den Werten, Erfahrungen und Bedürfnissen, (3) Komplexität der Technik sowie deren Nutzung, (4) die Überprüfbarkeit und Möglichkeit des Ausprobierens und abschließend (5) die Beobachtbarkeit der Vorteile einer Innovation.

Diese Charakteristika beziehen sich stark auf die individuelle Wahrnehmung potentieller Konsumenten und werden hier bei der Behandlung konsumentenspezifischer Charakteristika (siehe Kap. 3.3 & 3.4) in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt. Der folgende Abschnitt konzentriert sich stärker auf die objektiven und technisch messbaren Charakteristika der Innovation.

Der Allgemeine Deutsche Automobil Club (ADAC, 2019a) zählt in seiner Studie elf Faktoren auf, die die Akzeptanz der Elektromobilität in Deutschland beeinflussen. Dazu gehören die Umweltbilanz, Reichweiten, (Anschaffungs-) Kosten, Ladeinfrastruktur, Stromversorgung, Akkuleben, Akku & Garantie, Recycling, Rohstoffvorkommen, Ladedauer und abschließend die Ladekosten. Diese Faktoren werden nachfolgend in diesem und dem nächsten Kapitel behandelt.

Umweltbilanz – Um einen objektiven Vergleich zwischen den beiden hauptsächlich konkurrierenden Techniken der Elektromobilität und der Verbrennungsmotoren zu ermöglichen, müssen die Schadstoffe (hier die CO₂-Bilanz) von der Quelle bis zum Rad („Well-to-Wheel“) mit in die Betrachtung gezogen werden¹. Wenn man davon

¹ Teilweise wird auch gefordert, den Produktlebenszyklus von „cradle to grave“ in die Betrachtung miteinzubeziehen. Diesem Wunsch wird hier Rechnung getragen, da im weiteren Verlauf auch das Akkuleben sowie das Recycling in den Fokus der Betrachtung gestellt wird.

ausgeht, dass Elektrofahrzeuge ausschließlich mit Ökostrom betankt werden, ist laut ADAC-ecotest (2019d) die Elektromobilität ab einer Laufleistung von ca. 40 t Kilometern CO₂-schadstoffärmer als Verbrennerfahrzeuge.

Reichweiten – Diese hängen, wie bei der Verbrennungstechnologie auch, natürlich einerseits sehr stark vom Verbrauch ab, bedingt durch Größe und Gewicht der Fahrzeuge, sowie andererseits von der Ladekapazität der Batterien. Im ADAC Ecotest (ADAC, 2019b) wurden reale Verbräuche zwischen 14,7 kWh/100 km für den Hyundai Ioniq Elektro Style und 28,1 kWh/100 km für den Nissan e-NV200 Evalia gemessen. Die Reichweiten lagen bei den untersuchten Fahrzeugen zwischen 106 km für den VW e-up! (bei einer Ladekapazität von 20,9 kWh) und 451 km für den Tesla Model X 100D (bei einer Ladekapazität von 108,3 kWh). Mit steigender Ladekapazität der Batterien werden sich die Reichweiten in Zukunft noch nach oben entwickeln.

(Anschaffungs-)Kosten – Die Kosten eines E-Fahrzeugs lassen sich grundsätzlich in Kosten der Anschaffung und Kosten der Nutzung unterscheiden. Hier ist ein Vergleich mit der Verbrennungstechnologie schwieriger, da sich die Kostenschwerpunkte verschieben. Elektromotoren sind in der Herstellung und Wartung kostengünstiger, während die Batterieproduktion teurer als eine vergleichbare Produktion eines Kraftstofftanks ist. Zudem muss hier noch der allgemeine Wertverlust mit in die Betrachtung einfließen (vgl. ADAC, 2019b). Allgemein kann man aber sagen, dass aktuell die Zusatzkosten für den Erwerb eines Elektroautos (bzw. auch eines Plug-in-Hybrid-Fahrzeugs) mit der Größe des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Batteriekapazität abnehmen. So kostete bspw. ein BMW 530e mit einer 9,7 kWh-Batterie in der Grundversion etwa 5 % mehr bei der Markteinführung als ein BMW 530i mit Verbrennungsmotor (Auto Motor Sport, 2017), während die Kosten bei einem VW e-up! mit 18,7 kWh-Batterie um etwa 72 % höher lagen gegenüber einem vergleichbaren VW Up! 1,0 TSI (vgl. ADAC, 2019c).

Akkuleben – Die Lebensdauer von den heute im Fahrzeugbau verwendeten Lithium-Ionen-Akkus hängt von verschiedenen Faktoren ab. So nennt das Batterieforum Deutschland (2019) bspw. die Temperaturentwicklung bei Ladevorgängen, die Ladezyklenzahl, den allgemeinen Verschleiß durch Alterung sowie die Umgebungstemperatur als bestimmende Faktoren für die Lebensdauer eines Akkus. Die Lebensdauer selber ist hingegen ein relativer Begriff und bezieht sich häufig auf die Kapazität einer Batterie. Bei Elektrofahrzeugen geht man in der Erstverwendung der Batterien von etwa 80 % Restkapazität aus, die nach etwa 1500 bis 2500 vollständigen Ladezyklen erreicht wird (vgl. ADAC, 2019a). Hiernach werden diese Akkus einer Zweitverwendung zugeführt und dienen häufig zur stationären Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien (Batterieforum Deutschland, 2019), bspw. im Fußballstadion von AJAX Amsterdam (Kunde, 2018).

Akku & Garantie – Die Angebote unterscheiden sich hier stark je nach Hersteller. Eine differenzierte Betrachtung ist dementsprechend nicht möglich, jedoch kann angemerkt werden, dass neben dem reinen Erwerb des Akkus auch das Leasing sowie die Miete möglich ist.

Ladedauer – Die Ladedauer hängt von der verwendeten Technik und der Batteriegröße ab. An Haushaltssteckdosen laden die Akkus mit Wechselstrom und einer Geschwindigkeit von 2,3 kWh bzw. 3,5 kWh an der Starkstromdose. Fahrzeuge, meist mit größeren Batterien, die auch das Laden mit Gleichstrom zulassen, laden je nachdem, wie gut die Batterie während der Ladung gekühlt werden kann und der Hersteller dies zulässt, an öffentlichen Plätzen mit bis zu 150 kW pro Stunde. Aktuelle Forschungsprojekte testen bereits Ladesäulen mit bis zu 450 kW Ladekapazität pro Stunde (Schwierz, 2018).

3.2 Charakteristika des Umfelds

Charakteristika des Umfelds umfassen neben ökonomischen Faktoren wie dem Marktumfeld nach Tidd und Bessant (2018, S. 321) auch soziologische Faktoren, wie die zur Verfügung stehenden Kommunikationsnetzwerke eines Landes. Da diese in Deutschland allerdings wenig beschränkt sind, konzentriert sich die Arbeit im Folgenden auf die ökonomischen Faktoren und führt die Liste des ADAC weiter fort.

Ladeinfrastruktur – Diese bezeichnet die flächendeckend zur Verfügung stehenden Lademöglichkeiten². Auf der Website standorttool.de des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI, 2019) lassen sich am 1.11.2019 für die vier größten Städte in Deutschland folgende Zahlen ermitteln: Berlin mit 500 Ladesäulen, Hamburg mit 461 Ladesäulen, München mit 151 Ladesäulen und Köln mit 106 Ladesäulen. Deutschlandweit stehen 10.100 Ladesäulen³ zur Verfügung, 417 davon als Schnellladestationen mit einer Ladekapazität höher als 22 kWh. Auf diese kommen 83.175 Elektrofahrzeuge⁴ (BEV) und 66.997 Plug-In-Hybridfahrzeuge⁵ (PHEV), bei 47,1 Millionen gesamthaft in Deutschland angemeldeten Personenkraftwagen (vgl. KBA, 2019a). Dies entspricht einer Quote von etwa 7,5 E-Fahrzeugen je Ladepunkt. Bei aktuell etwa 14.459 Tankstellen in Deutschland liegt die Quote bei Verbrennerfahrzeugen bei 3.250 Fahrzeugen pro Tankstelle (mit jeweils mehreren Tanksäulen) (vgl. MWV, 2019). Der weitere Aufbau der Ladeinfrastruktur wird vom

² Da die Stecker in Deutschland und Europa seit Sommer 2016 standardisiert sind, stellen diese bei der Benutzung der Ladeinfrastruktur keine Probleme mehr da und werden hier nicht weiter diskutiert (Nationale Plattform Elektromobilität, 2019).

³ Mit jeweils etwa 2 Ladepunkten pro Säule.

⁴ +54,4 % im Vergleich zum Vorjahr (1.1.2018).

⁵ +50,8 % im Vergleich zum Vorjahr (1.1.2018).

BMVI finanziell gefördert, wobei die Förderung allerdings von der Nutzung von erneuerbaren Energien für die Versorgung der Ladesäulen abhängt (BMVI, 2017).

Ladekosten – Wird das Fahrzeug an der Haushaltssteckdose geladen, betragen die durchschnittlichen Kosten derzeit etwa 0,30 Euro pro kWh, 50 % davon sind staatliche Steuern und Abgaben (BMW, 2019). An öffentlichen Ladesäulen hingegen gibt es regional und lokal stark unterschiedliche Preise. So ist das Laden und Parken an Säulen der Rheinenergie in Köln und Umgebung aktuell bspw. kostenfrei. In Hamburg kostet die Kilowattstunde 0,27 Euro, plus einer Grundgebühr von 1,73 Euro. In Berlin liegen die Preise bei etwa 0,40 Euro pro kWh und in München bei 0,47 Euro pro kWh (Ecomento, 2019). Legt man nun die 0,30 Euro durchschnittlicher Kosten des Haushaltstroms zu Grunde, kommt man bei einem durchschnittlichen Energieverbrauch von etwa 20 kWh auf 100 km (siehe Kap. 3.1 – Reichweiten), auf einen Kostenbeitrag von 6,00 Euro pro 100 km elektrischen Fahrens.

Stromversorgung – Die Stromversorgung mit erneuerbaren Energien ist heute häufig noch eine „Just-in-time“-Versorgung. Weht kein Wind oder scheint keine Sonne, nimmt die Möglichkeit der Ökostromnutzung stark ab, wenn dieser nicht zwischengespeichert werden kann. Neben der Zweitverwendung alter Fahrzeug-Akkus etablieren sich weitere Lösungen, wie Pumpspeicherkraftwerke, die Flüssigsalz-Technologie (Lossau, 2019) oder auch die Strom-zu-Gas-Technologie (Zukunft Erdgas e.V., 2019). Auch die benötigte Strommenge, um bspw. 10 Millionen weitere E-Fahrzeuge in Deutschland zu betreiben, ist laut ADAC (2019a) vorhanden, da 2018 über 49 TWh Stromüberschuss exportiert werden mussten. Die Qualität des Stromnetzes hingegen, speziell auf „der letzten Meile“ zur Haushaltssteckdose in der privaten Garage, stellt aktuell in einigen Fällen noch eine Herausforderung dar (ADAC, 2019a).

Recycling – Nach der Zweitverwendung gebrauchter Fahrzeugbatterien müssen diese in Deutschland vom Hersteller bzw. Batterieverkäufer zurückgenommen und gemäß Stand der Technik verwertet werden (Umweltbundesamt, 2016). Die Recyclingquoten liegen bei den Komponenten Kobalt, Nickel und Kupfer bei etwa 95 %, Lithium wird aus Kostengründen aktuell nicht recycelt (ADAC, 2019a).

Rohstoffvorkommen – Zur Entwicklung von Fahrzeugbatterien werden Rohstoffe wie Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit, Platin oder auch seltene Erden gebraucht. Die größten Vorkommen seltener Erden befinden sich beispielweise in China, was eine einseitige handelspolitische Machtverteilung bedingt (vgl. Neuhaus, 2019). Lithium wird vornehmlich im Dreiländereck Bolivien, Chile und Argentinien abgebaut, etwa 70 % der weltweiten Vorkommen lagern hier. Der Abbau führt allerdings zu negativen Umwelteffekten, wie bspw. dem Absinken des Grundwasserspiegels (vgl. Götze, 2019). Auch beim Abbau von Kobalt – zwei Drittel des heutigen Bedarfs stammen

aus Bergwerken der Demokratischen Republik Kongo – wird gegen geltende Menschenrechts-Konventionen verstoßen und bspw. von Kinderarbeit berichtet (vgl. Elsner, 2018). Hier sind der Staat und die Hersteller gefordert, stärker zu kontrollieren und auf die Einhaltung von Konventionen zu achten.

Weiter muss beachtet werden, dass der Staat in Deutschland mittels unterschiedlicher Praktiken die Elektromobilität aktuell stark fördert. So wird eine Prämie für die Anschaffung gezahlt, das Parken von Elektroautos ist in einigen Städten kostenlos (bspw. in Hamburg) und auch die Einrichtung von Umweltpunkten, wie bspw. in Düsseldorf, kommen den Fahrern von E-Fahrzeugen zu Gute (BMVI, 2018).

3.3 Charakteristika organisationaler Konsumenten

Kraftfahrzeuge werden von individuellen Endkonsumenten, wie auch von organisationalen Konsumenten gekauft. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Konsumentengruppen stark voneinander unterscheiden, so dass eine differenzierte Betrachtung individueller und organisationaler Konsumenten sinnvoll erscheint (Foscht et al., 2017, S. 14). Beschriebene Eigenschaften organisationaler Konsumenten sind insbesondere, dass eher rationale und objektive Entscheidungen getroffen werden, frei von Images, persönlichen Bindungen und Stimmungen entschieden wird, der Konsument ein professionell ausgebildeter Entscheidungsspezialist ist, sowie ausschließlich faktenorientiert und eingebunden in ein Entscheidungsgremium entschieden wird (vgl. Foscht et al., 2017, S. 15). Dies trifft im Rahmen des unternehmerischen Erwerbs von Fahrzeugen zur allgemeinen Weiterverwendung – der multipersonalen Nutzung – sicherlich zu, wenn man allerdings bspw. den Kauf von Dienstwagen für Außendienstmitarbeiter betrachtet – Fahrzeuge die ausschließlich von einer Person genutzt werden – scheinen sich diese Charakteristika umzudrehen. In der Praxis bekommen diese organisationalen Konsumenten ein bestimmtes Einkaufsbudget und können sich dann – innerhalb eines gewissen Rahmens – für ein Fahrzeug mit spezifischer Ausstattung entscheiden. Kraftstoffverbrauch und Wartungsintervalle verlieren hier an Bedeutung (vgl. Foscht et al., 2017, S. 15). In diesen Situationen treten dann Charakteristika individueller Konsumenten, wie Imagewirkungen und Streben nach sozialer Anerkennung, stärker in den Fokus der Betrachtung (vgl. Kap. 3.4).

In Deutschland muss ein auch zur privaten Nutzung zur Verfügung gestellter Firmenwagen allerdings teilweise als geldwerter Vorteil versteuert werden⁶. So sind aktuell 1 % des Brutto-Neuwagenpreises, ohne Abzug von Rabatten, privat zu versteuern. Hier schafft die Bundesregierung einen Kaufanreiz für E-Fahrzeuge, indem Sie diesen Prozentsatz auf 0,5 % halbiert (vgl. Mortsiefer, 2019).

⁶ Vgl. Einkommenssteuergesetz (EStG) § 6 Abs. 1 Nr. 4 S. 2.

3.4 Charakteristika individueller Konsumenten

Individuelles Konsumentenverhalten lässt sich anhand unterschiedlicher Kategorisierungen untersuchen. Foscht et al. (2017, S. 19) schlagen vier Perspektiven vor: (1) die Art der zu konsumierenden Güter, (2) den Grad der kognitiven Steuerung der Entscheidung, (3) psychische Erklärungsstrukturen und (4) unterschiedliche Kauf- und Kundenbeziehungsphasen. Mit Blick auf Punkt 3 lassen sich in der Literatur, unter Berücksichtigung persönlicher, sozialer und kultureller Determinanten, mannigfaltige Ansätze finden, wie Konsumenten segmentiert werden können. In der Literatur werden bspw. folgende Ansätze diskutiert (vgl. Freter, 2008): geografische Kriterien, demografische Kriterien, sozioökonomische Kriterien, psychographische Kriterien, verhaltensorientierte Kriterien, sowie nutzenbezogene Kriterien. Spezieller auf die Besonderheiten der Marktdurchdringung von Innovationen geht Rogers ein (2003, S. 282 ff.) und konstruiert eine Typologie unterschiedlicher Konsumenten, die sich hinsichtlich ihres Adoptionszeitpunkts, ihres sozioökonomischen Status, ihrer Persönlichkeitsmerkmale sowie ihres Kommunikationsverhaltens unterscheiden (vgl. Karnowski und Kümpel, 2016, S. 103):

Innovators (2,5 % aller Konsumenten) – sind die Individuen, die eine Innovation als erstes annehmen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Risikobereitschaft in ihrem Kaufverhalten aus und haben keine Probleme mit komplexen oder unsicheren Produktmerkmalen. Diese Personen verfügen meist über größere finanzielle Ressourcen und können sich einen Verlust durch eine nicht erfolgreiche Übernahmeentscheidung der Innovation leichter leisten. Innovators sind eher schlecht in das eigene soziale System integriert, verfügen aber über ein breites Netzwerk weit verstreuter Kontakte, so dass sie besonders wichtig für die Streuung innovativer Produkte sind (vgl. Rogers, 2003, S. 282 f.).

Early Adopters (13,5 %) – sind sehr gut in das soziale System integriert und genießen häufig den Status eines akzeptierten Meinungsmachers. Sie wissen von ihrer Wirkung auf andere und sind bemüht, die richtigen Entscheidungen zu treffen, um sich diesen Status und die Anerkennung zu erhalten (vgl. Rogers, 2003, S. 283).

Early Majority (34 %) – sind die nächsten Konsumenten, die eine Innovation annehmen und ausprobieren, noch bevor der Massenmarkt diese übernimmt. Diese Personen sind zwar keine Meinungsmacher, korrespondieren aber sehr intensiv mit ihrem sozialen Umfeld, was eine weitere Ausbreitung der Innovation begünstigt (vgl. Rogers, 2003, S. 283 f.).

Late Majority (34 %) – Konsumenten sind eher skeptisch und übernehmen Innovationen nur sehr langsam, bisweilen auch erst, wenn der wirtschaftliche und soziale Druck zu stark zu werden droht. Diese Konsumenten verfügen teilweise über eher knappe finanzielle Ressourcen, was dazu führt, dass sie Innovationen erst annehmen,

wenn die meisten Unsicherheiten bereits aufgelöst wurden (vgl. Rogers, 2003, S. 284).

Laggards (16 %) – sind die Nachzügler. Sie sind Neuerungen gegenüber grundsätzlich skeptisch, sozial kaum eingebunden und stark vergangenheitsorientiert. Diese Konsumentengruppe übernimmt Innovationen erst, wenn sie ganz sicher keine Fehler mehr aufweisen (vgl. Rogers, 2003, S. 284 f.).

In Bezug auf das Verhalten dieser Kundensegmente verweist Moore (2014, S. 12 ff.) darauf, dass sich diese speziell bei disruptiven technischen Innovationen wie beschrieben verhalten und stark zu differenzieren sind. Eine Ansprache muss demnach sehr kundenspezifisch sein, um erfolgreich sein zu können. In seiner Analyse erfolgreicher und nicht erfolgreicher Innovationen ist Moore auf ein Phänomen gestoßen, dass er als *Chasm* bezeichnet (vgl. Moore, 2014, S. 25 f.). Hiernach unterscheiden sich die *Early Adopter* signifikant von der *Early Majority*, insofern, dass sich die Kaufgründe radikal ändern. *Early Adopters* sind eher Visionäre, sie „wollen“ große Veränderungen und erhoffen sich durch die Innovation erhebliche Vorteile. Die Konsumenten der *Early Majority* hingegen sind eher als Pragmatiker zu beschreiben, sie bevorzugen kleine, inkrementelle Veränderungen. Innovationen müssen für sie Sinn machen und einen messbaren Vorteil bringen (vgl. Goffin und Mitchell, 2010, S. 59). Dies bedingt, dass beide Gruppen stark unterschiedlich angesprochen werden müssen und sich die Marketing-Konzeption nach erfolgreichem Markteintritt signifikant ändern muss und andere Konzepte und Strategien in den Vordergrund rücken müssen. Ein Schritt in diese Richtung ist sicherlich der von Bundesregierung und Herstellern gemeinsam angebotene finanzielle Anreiz des Umweltbonus. Organisationale und individuelle Konsumenten erhalten hier gleichermaßen einen Zuschuss von bis zu 6000 Euro beim Kauf eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs (vgl. BAFA, 2019; Kunkel, 2019).

4 Aktuelle Schwächen der Forschung

Aktuelle Forschung zum Thema automobiler Elektromobilität in Deutschland existiert bereits und wird beispielhaft durch Institute wie dem CAR (Center Automotive Research) unter Leitung von Ferdinand Dudenhöffer, dem CAM (Center of Automotive Management) unter Leitung von Stefan Bratzel, dem IAF (Institut für Automobilforschung) unter Leitung von Niels Biethahn, dem ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.) oder auch dem MCFM (McKinsey Center for Future Mobility) unter Leitung von Timo Möller, vorangetrieben. Allen gemein ist u. a. die Beschäftigung mit der aktuellen Marktsituation in Deutschland unter Verwendung repräsentativer Daten.

Betrachtet man hingegen die Zulassungszahlen für das 1. Halbjahr 2019, stellt man fest, dass der Anteil von E-Fahrzeugen (BEV & PHEV) an den Gesamtzulassungen in Deutschland nur etwa 2,6 % ausmacht (vgl. KBA, 2019b). Die Mindestanforderungen für die flächendeckende Marktdurchdringung dieser Technologie (disruptive Innovation) sind also noch nicht erreicht⁷. Rogers (2003) folgend, kaufen aktuell die *Innovators* und teilweise auch die *Early Adopters* E-Fahrzeuge, also die Visionäre. Von einem potentiellen Verkauf dieser Technologie an die eher pragmatische *Early Majority* kann einerseits erst nach weiterer technischer Entwicklung ausgegangen werden, bzw. andererseits nach gezielter Marktbeeinflussung durch geeignete Marketing-Konzeptionen. Dies bedingt, dass sich die Forschung auf zwei Spezifika konzentrieren muss: (1) eine Segmentierung des Gesamtmarktes der Konzeption Rogers' folgend, und (2) eine Konzentration auf potentiell zukünftige Kunden, die sich für ein mögliches (neues) Fahrzeug erst in ein paar Jahren entscheiden.

5 Konzept einer möglichen Lösung zur Erforschung individueller Charakteristika zukünftiger Konsumenten

Hier wird der IUBH Mobility-Kompass ansetzen, eine jährlich durchgeführte Onlinebefragung aller neu eingeschriebenen und deutschlandweit verteilten IUBH Studenten zum Thema Elektromobilität. Ziel der Studie und aktuelle Forschungslücke ist demnach die dezidierte Betrachtung der „nächsten“ Kunden, der Zielgruppe, die sich in den nächsten 5–10 Jahren für ein Fahrzeug entscheiden wird. Dementsprechend wird sich der IUBH Mobility-Kompass speziell auf die Bedürfnisse und Interessen der noch jungen Zielgruppe konzentrieren und so Ansatzpunkte für eine gezielte Marktbearbeitung liefern. Die Grundgesamtheit neu eingeschriebener IUBH Studenten, und damit die Zielgruppe für diese Studie, beträgt im Jahr 2019 mehr als 10.000 Studenten und soll im Jahr 2020 noch einmal stark anwachsen. Die Studenten sind vornehmlich im Alter zwischen 18 und 25, absolvieren ein Bachelor-Studium und lassen sich weiter regional, nach Studienfach, sowie auch nach Studienform (Duales, Campus-, Fern-, Berufsbegleitendes Studium) untergliedern.

6 Literaturverzeichnis

ADAC (2019a): „Pro & Contra: Fakten zur Elektromobilität“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/>.

ADAC (2019b): „Aktuelle Elektroautos im Test: So hoch ist der Stromverbrauch“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/stromverbrauch-elektroautos-adac-test/>.

⁷ Vgl. auch Abb. 1.

- ADAC (2019c): „Kostenvergleich: Elektroautos oft überraschend günstig“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/kaufen/elektroauto-kostenvergleich/>.
- ADAC (2019d): „Elektroautos brauchen die Energiewende: Die Klimabilanz“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>.
- Auto Motor Sport (2017): „Fahrbericht BMW 530e iPerformance (2017): Wie sparsam fährt der schnelle Plug-in-Hybrid?“ Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.auto-motor-und-sport.de/fahrbericht/fahrbericht-bmw-530e-iperformance-2017-verbrauch-preis/>.
- BAFA – Bundesministerium für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (2019): „Elektromobilität (Umweltbonus)“. Abgerufen am 7.11.2019 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html.
- Batterieforum Deutschland (2019): „Lebensdauer“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.batterieforum-deutschland.de/infoportal/lexikon/lebensdauer/>.
- Bay, L. (2019): „Elektrische Neuzulassungen: Tesla an der Spitze, kein Deutscher in den Top 20 – Das sind die erfolgreichsten Elektroautos“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/elektrische-neuzulassungen-tesla-an-der-spitze-kein-deutscher-in-den-top-20-das-sind-die-erfolgreichsten-elektroautos/23980546.html?ticket=ST-74682147-k4MjdcljeRTrd5dAh4eY-ap1>.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): „Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/konsolidierte-foerderrichtlinie-lis-29-06-2017.pdf?__blob=publicationFile.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018): „Elektromobilitätsgesetz (EmoG), Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/elektromobilitaetsgesetz-berichterstattung-2018.pdf?__blob=publicationFile.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019): „Strom Ladeinfrastruktur in Deutschland“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.standorttool.de/strom/ladeinfrastruktur-in-deutschland/>.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): „Energiepreise und Transparenz für Verbraucher - Der Strompreis“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/strompreise-bestandteile.html>.

- Brown, A. (2016): „Here’s a look back at the Tesla car that started it all“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.businessinsider.com/tesla-roadster-history-2016-3?IR=T>.
- CAM – Center of Automotive Management (2019): „Electromobility Report 2019“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://auto-institut.de/e-mobility-studien.htm>
- Christensen, C.M., Matzler, K. und von den Eichen, S.F. (2013): *The Innovator’s Dilemma: Warum etablierte Unternehmen den Wettbewerb um bahnbrechende Innovationen verlieren*. 1. korrigierter Nachdruck, München: Franz Vahlen Verlag.
- Christensen, C.M. (2016): *The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press.
- Disch, W.K.A. (2006): „Innovation neu denken – Von Schumpeter lernen“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.gem-online.de/pdf/forschung/Studie_Von_Schumpeter_lernen.pdf.
- Ecomento (2019): „Ladesäulen-Check 2019: ‚Kampf um Vormachtstellung auf Kosten der Verbraucher‘“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://ecomento.de/2019/06/26/elektroauto-ladesaeulen-check-auch-2019-tarif-chaos-hohe-preise/>.
- Elsner, C. (2018): „E-Autos: Ein nur scheinbar sauberes Geschäft“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/scheinbar-saubere-elektromobilitaet-100.html>.
- Foscht, T., Swoboda, B. und Schramm-Klein, H. (2017): *Käuferverhalten: Grundlagen – Perspektiven – Anwendungen*. 6. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Freter, H., (2008): *Markt- und Kundensegmentierung: kundenorientierte Markterfassung und -bearbeitung*. 6. Aufl. W. Kohlhammer Verlag.
- Götze, S. (2019): „Lithium-Abbau in Südamerika – Kehrseite der Energiewende“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.deutschlandfunk.de/lithium-abbau-in-suedamerika-kehrseite-der-energiewende.724.de.html?dram:article_id=447604.
- Goffin, K. und Mitchell, R. (2010): *Innovation Management: Strategy and Implementation Using the Pentathlon Framework*. 2. Aufl. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- IEA – International Energy Agency (2019): „Global EV Outlook 2019: Scaling-up the Transition to Electric Mobility“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>.
- Karnowski, V. und Kümpel, A.S. (2016): „Diffusion of Innovations“. In: *Schlüsselwerke der Medienwirkungsforschung*, Wiesbaden: Springer VS, S. 97–107.
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2019a): „Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2019“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html.

- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2019b): „Pressemitteilung Nr. 15/2019 – Fahrzeugzulassungen im Juni 2019 – Halbjahresbilanz“. Abgerufen am 01.11.2019 von https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/Fahrzeugzulassungen/pm15_2019_n_06_19_pm_komplett.html?nn=2141748.
- Kriegel, M. (2018): „Vorläufer des Tesla: Hier hat Elon Musk geklaut“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/unter-strom-elektro-auto-ausstellung-im-ps-speicher-in-einbeck-a-1203729.html>.
- Kunde, D. (2018): „Als die Bayern öko spielten“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/johan-crujff-arena-in-amsterdam-das-oeko-stadion-a-1243229.html>.
- Kunkel, C. (2019): „Umwelbonus: So funktioniert die Prämie für Elektroautos“. Abgerufen am 7.11.2019 von <https://www.sueddeutsche.de/auto/e-auto-praemie-erhoehung-1.4668272>.
- Lossau, N. (2019): „Drittes Leben für Kohlekraftwerke – Hoffnung liegt auf Flüssigsalz“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.welt.de/wissenschaft/article191999383/Kohleausstieg-Alte-Kraftwerke-sollen-Oekostrom-speichern.html>.
- Lucas, C. (2018): „Brand Image in Formula E – Interesting for Car Manufacturers?“. In: Sucky, E.; Kolke, R.; Biethahn, N.; Werner, J. (Hrsg.) *Mobility in a Globalised World 2017*, 19, S.156–170.
- Maxwill, P. (2012): „Elektroauto-Revolution 1912: Summsumm statt Brummbrumm“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.spiegel.de/geschichte/elektroauto-revolution-vor-100-jahren-a-947600.html>.
- Moore, G.A. (2014): *Crossing the Chasm: Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers*. 3. Aufl. New York: HarperCollins Publishers.
- Mortsiefer, H. (2019): „Steuervorteile für Elektroautos: Wenn der Dienstwagen an der Steckdose hängt“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/steuervorteile-fuer-elektroautos-wenn-der-dienstwagen-an-der-steckdose-haengt/24584388.html>.
- MWV – Mineralölwirtschaftsverband e.V. (2019): „Entwicklung des Tankstellenbestandes ab 1950 in Deutschland jeweils zu Jahresbeginn“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.mwv.de/statistiken/tankstellenbestand/>.
- Nationale Plattform Elektromobilität (2019): „Ladestecker – Ein System für alles!“. Abgerufen am 01.11.2019 von <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/anwendung/ladestecker/>.
- Naughton, K. (2019): „Hyperdrive: Prius Sales Are Falling, But Hybrids Are More Popular Than Ever“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-06-03/prius-preeminence-fades-as-hybrid-bets-shift-to-suvs-from-sedans>.

- Neuhaus, C. (2019): „Der Streit über Seltene Erden verschärft den Handelskrieg“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/konflikt-zwischen-usa-und-china-der-streit-ueber-seltene-erden-verschaerft-den-handelskrieg/24436974.html>.
- Rogers, E. M. (2003): *Diffusion of Innovations*. 5. Aufl. New York: Free Press.
- Schumpeter, J. (1912): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*: Nachdruck der 1. Auflage von 1912. Hrsg. und erg. um eine Einführung von Jochen Röpke / Olaf Stiller. 1. Aufl. Berlin: Duncker & Humblot.
- Schumpeter, J. (1927): „The Explanation of the Business Cycle“. In: *Economica*, (21), S. 286–311.
- Schumpeter, J.A. (2005): *Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie*. 8. Aufl. Tübingen und Basel: A Francke Verlag.
- Schwierz, P. (2018): „FastCharge-Projekt demonstriert Laden mit bis zu 450 kW“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.electrive.net/2018/12/13/fast-charge-projekt-demonstriert-laden-mit-bis-zu-450-kw/>.
- Tidd, J. und Bessant, J.R. (2018): *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. 6. Aufl. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Umweltbundesamt (2016): „BattG-Melderegister mit funktionalen Erweiterungen und neuem Layout seit 17.03.2016 erfolgreich in Betrieb“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/batterien/battg-melderegister>.
- Wayland, M. und Kolodny, L. (2019): „Autos: Tesla delivers a record 97,000 vehicles in third quarter, falling short of forecasts“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.cnbc.com/2019/10/02/tesla-tsla-3q-2019-production-and-delivery-numbers.html>.
- Zukunft Erdgas e.V. (2019): „Technologie: Strom zu Gas – So kann die Energiewende gelingen“. Abgerufen am 01.11.2019 von <https://www.erdgas.info/energie/erneuerbares-erdgas/power-to-gas/>.

The Internationalisation Process of German Enterprises in Brazil

Mariana Fleischhauer Corrêa da Costa

Cologne Business School, Hardefuststraße 1, 50677 Köln
mariana.fleischhauer@cbs-mail.de

Prof. Dr. Jan Werner

Professor of Economics at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Hardefuststraße 1, 50677 Köln and Lead Economist at the Institute of Local Public Finance, Friedrich-Ebert-Straße 79, 63225 Langen, Germany,
jan.werner@ilpf.de

1	Introduction.....	82
2	The Internationalisation Process of German Enterprises in Brazil.....	85
3	Conclusion	89
4	References.....	91

Abstract:

The exchange between Germany and Brazil encompasses social, economic and cultural aspects. However, there is still a great economic potential to be leveraged from this partnership. The Brazilian government is searching for international investors to boost the economy and take the country out of recession. In return, it promises to fight the main obstacles: high bureaucracy and corruption. With one of the world's largest consumer markets and an abundance of natural resources, the country offers attractive conditions, especially for enterprises undergoing an internationalisation process. This study will analyse the recent economic history of Brazil, describe the major macroeconomic indicators and the social conditions of the country. With the collaboration of a number of German enterprises that have expanded their business to Brazil and reported on their experiences, relevant empirical cases will be presented and new investment perspectives discussed.

JEL Classification: C14, R13, R32

Keywords: FDI in Brazil, German investment, Brazilian economic perspectives.

1 Introduction

The relationship between Germany and Brazil encompasses historical and sociological aspects that touch on the lives of thousands of families, especially in southern Brazil where the majority of German immigrants settled. Fortunately, these bonds have been strengthened through the implementation of developmental, economic and political agreements. Since 2002, the two countries have been strategic partners, and in 2015, this bilateral partnership created a mechanism of “High-Level Intergovernmental Consultations” (Brazilian Ministry of Foreign Affairs, 2015). This consultation mechanism aims to boost bilateral political dialogue, allowing the development of economic, technological and commercial ventures. Economic development is a fundamental component of the Brazilian-German partnership. Since 1974, the German-Brazilian Economic Meeting has brought together governmental authorities, business leaders, researchers and entrepreneurs from both countries annually to discuss the expansion of investments and new forms of bilateral cooperation (DBWT, 2019). Thus, the relationship between Brazil and Germany has a long and prosperous history. Although these countries have major economic, developmental and social differences and Brazil has been suffering as a result of an economic crisis in recent years, there is still a great interest among German companies in investing in Brazil (AHK, 2018, p. 2). This interest might increase over the next few years due to economic changes and foreign direct investment (FDI) incentives promised by Brazil’s recently elected president.

One outcome of this strategy of the new Brazilian government in connection with international trade and FDI incentives is the recent European Union and Mercosur states trade agreement, led by Brazil (EC, 2019). In the light of the current trade wars involving China and the United States, Brazil has chosen a different economic path and, together with Paraguay, Argentina and all EU member-states, has demonstrated to the world that it is possible to find a diplomatic and mutually beneficial solution to economic issues. Brazil is not only the leader country of Mercosur, but also the seventh largest consumer market in the world, and by 2023 will be the fifth-largest (CNI, 2019). Brazil has the eighth largest gross domestic product (GDP) in the world, which is equivalent to around 40% of the whole Latin American and Caribbean economy. Brazil is also the largest exporter of meat, coffee and sugar worldwide and the second largest exporter of soya beans and iron ores. In 2018, the country was the sixth main destination for FDI flows worldwide. In terms of GDP, the 1980s was a period of stagnation, not only for Brazil but for the whole of Latin America. Between 1995 and 2011, neoliberal politics were implemented, attracting international investors back to Brazil. The growing foreign demand for raw materials led to the so-called commodity boom where the national economy flourished rapidly and governmental social incentives took millions out of poverty, expanding the Brazilian middle-class, increasing

consumer buying power, and enlarging the national consumer market. The Brazilian GDP is still recovering from the last recession caused by the 2008 world crisis and corruption scandals involving former government members. Nevertheless, the economy is still very dependent on agriculture and exploitation of raw materials since the years of high inflation for commodity prices contributed to a deindustrialisation process that in turn led to a loss of competitiveness in terms of manufactured products, innovation, and technology (World Bank, 2019 b).

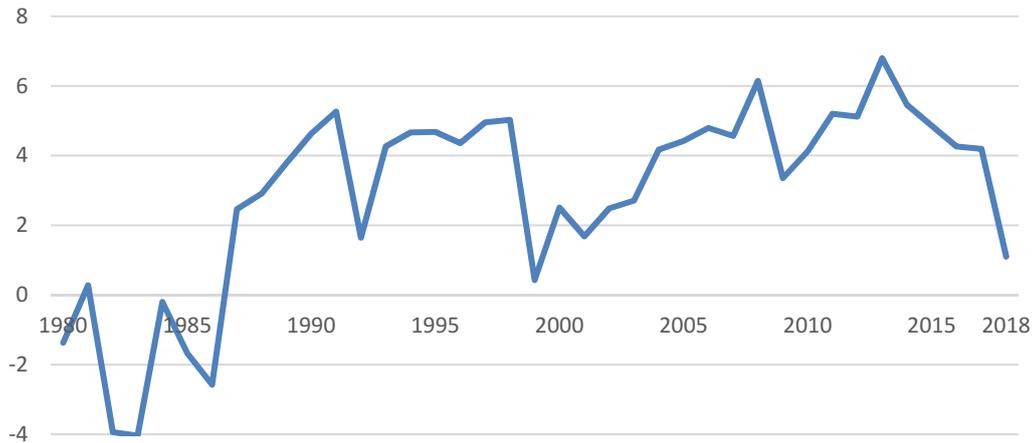


Figure 1: GDP annual growth of Brazil from 1980 to 2018

Modern Brazilian economic history is marked by one major problem: inflation. The volatility of the Accumulated Broad National Consumer Price Index (IPCA) was destroying purchasing power and throwing the country into a deep recession. This situation lasted until 1994 when the Real plan finally stabilised the chaotic inflation taxes, and successfully established a new national currency, the Real (IBGE, 2019).

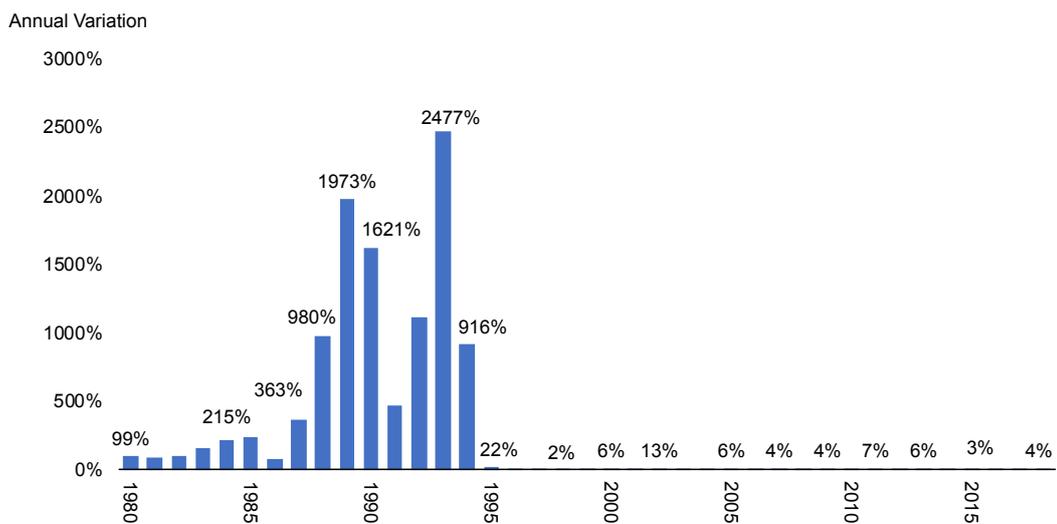


Figure 2: IPCA annual - Inflation in Brazil from 1980 to 2018

The Brazilian trade balance surplus is mainly based on the exportation of agricultural products, meat, iron and other raw materials. The desire for a trade surplus at any cost has left Brazil dependent on its economy of scale and its comparative advantage in commodities and has also increased the national debt. Dictatorship governments promoted Brazilian exports at the expense of the public sector, with subsidies, credit, and fiscal incentives exponentially increasing the Brazilian public debt throughout the 1980s. In the next decade, the Real plan led to an appreciation in the value of the Real as a measure to contain inflation. Consequently, imports grew and exports were reduced, causing subsequent trade balance deficits up to the year 2000. The trade balance recovered during the commodity boom cycle (2000–2014) when the expansion of the Chinese economy increased the prices of primary products, where Brazil has a comparative advantage.

The favourable international scenario, together with governmental social programs promoted higher employment which in turn increased the purchasing power of the population. During this period, both exports and imports grew due to the rise of commodity prices together with the appreciation of the Brazilian Real. In 2018, after a long recession period, Brazil presented the second-best trade balance result of the last 40 years (MDIC, 2019).

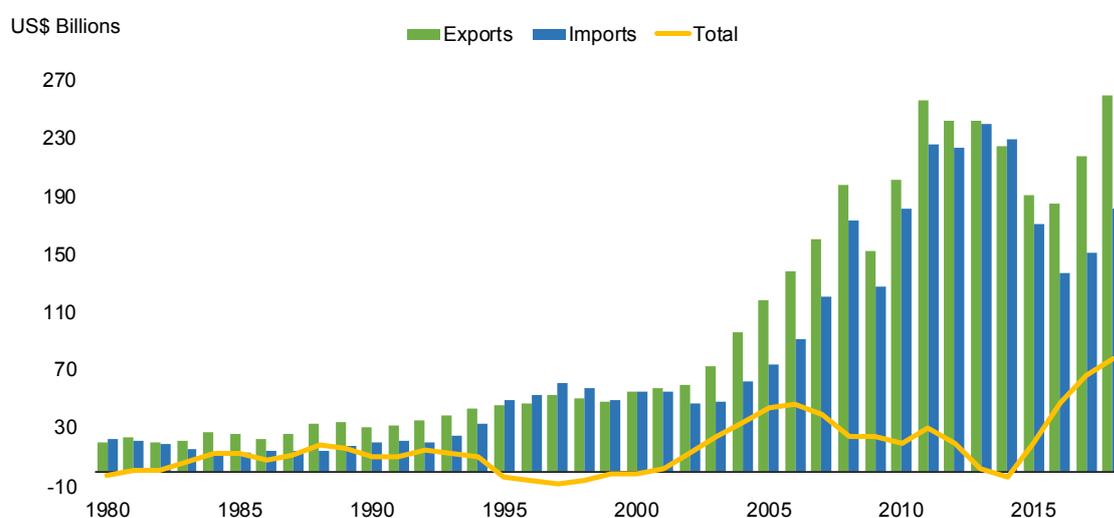


Figure 3: Trade balance of Brazil from 1980 to 2018

In the area of foreign direct investment, Brazil still has a long way to go to regain the trust of international investors. Because of political instability provoked by the last presidential elections, Brazil absent one position in the competition for global FDI attraction. Nonetheless, it is still one of the main destinations for capital and investment worldwide. Germany is nowadays the third largest investor in Brazil, following the Netherlands, which is heavily involved in oil extraction financing, and the United

States which invests in diversified sectors, including technology, computing, financial services, communication and capital goods. German investments in Brazil on the other hand mostly flow into the automobile industry, machinery, chemicals, communication, and technology in general (World Bank, 2019 a).

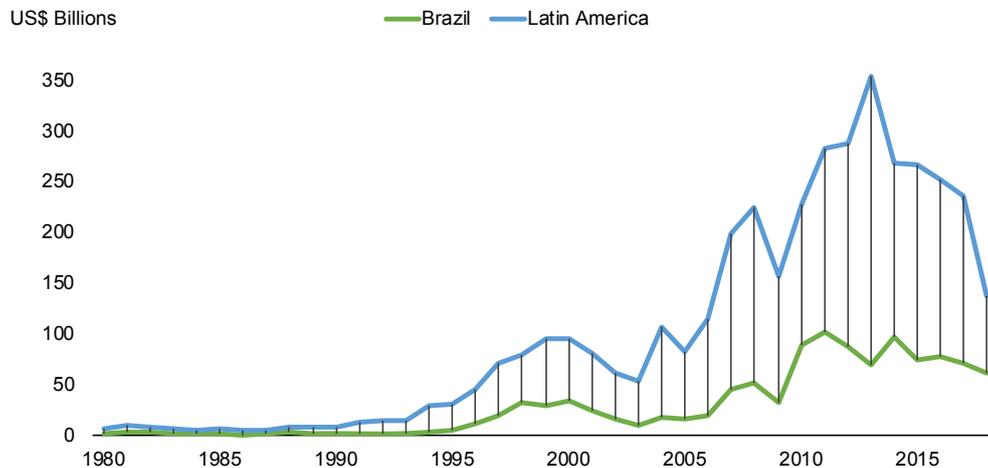


Figure 4: FDI in Brazil and Latin America (net inflows) from 1980 to 2018

2 The Internationalisation Process of German Enterprises in Brazil

The motivation of German companies to cross borders and expand into Brazil can be explained using clear internationalisation cases analysed through questionnaires and with a qualitative-inductive approach. Due to its exploratory character, qualitative methodology does not aim to obtain quantifiable statistics or values as outcomes; instead, it strives to collect data in order to better understand and interpret decision-making processes, as well as the motivation and opinions of the group surveyed. Furthermore, the chosen survey design looks at various examples of internationalisation and therefore seeks to establish a pattern of association between all cases, regardless of companies' specificities.

In addition to an extensive theoretical framework, this research employs questionnaires as a means of approaching German companies and obtaining valuable information on strategies and experiences. As a result of this collaboration, a questionnaire with five closed questions and two open questions was developed. The five closed questions are designed to rate the importance of various aspects of the decision-making process leading to internationalisation among the companies surveyed. Hence, the five questions are pre-coded using a numerical horizontal Likert scale ranging from zero to five, in which zero is the lowest score and five the highest. The respondents are then asked to evaluate different aspects using this scale to determine the most crucial factors in terms of business expansion to Brazil. The two open questions are

designed to obtain subjective responses and thus assess the individual opinions, possibly adding new relevant facets to the research.

The respondent enterprises are Koelnmesse GmbH (large enterprise¹) and its subsidiary in Brazil, Koelnmesse Ltda., Conekt UG (small enterprise), KL GmbH and its subsidiary in Brazil – KL Brazil (small enterprise), Hey Projects KG (medium-sized enterprise), Acai GmbH headquarters in Berlin and their responsible office for trade with Brazil (medium-sized enterprise), and, lastly, Dannemann GmbH (large enterprise). All these German companies are or have recently been involved in business expansion and international trade with Brazil and have been able and willing to share their experiences. Furthermore, all research respondents hold high positions as managers, directors or CEOs and therefore possess proven expertise and experience.

According to the researched companies, the biggest advantage of Brazil in comparison to other South American countries is its larger consumer market. Brazil has more than 200 million inhabitants and due to the expansion of the middle-class over the last decade, the domestic consumer market has grown exponentially. Official estimates calculate that the middle-class represents around 44% of the Brazilian population, and in the year 2022 will increase to up to 57% (OECD, 2019). Global integrated multinational companies (MNC) that plan to escape from saturated and highly competitive markets can find attractive and lucrative opportunities in Brazil. Differences in the pace of economic growth, economic development, consumption per capita and local habits are being leveraged to achieve new target markets and increase the profits of MNCs.

Other benefits in connection with internationalisation to Brazil have also been considered. Brazil has a stronger economy and a better infrastructure compared with other South American countries, which is also recognised as a relevant benefit. Subsidies or tax facilities played a role for companies with close lobbying relationships with the Brazilian government and which have well-established subsidiaries with local employees and no language difficulties or physical distance. A stronger currency and a stronger economy were considered as obstacles rather than benefits for enterprises that buy large amounts of raw materials and commodities from Brazil, since an appreciation of the Brazilian Real increases products prices.

¹ Large enterprises comprise over 500 employees; medium-sized enterprises over 100 employees; and small enterprises less than 100 employees.

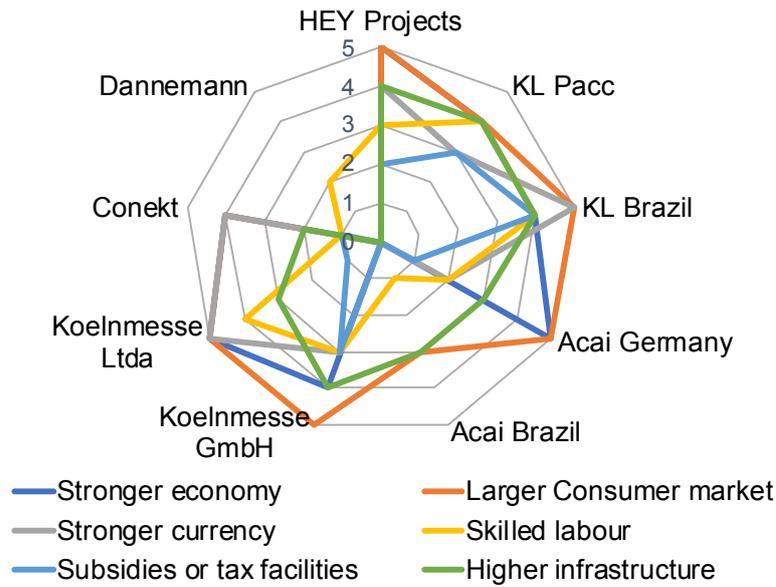


Figure 5: Advantages of Brazil compared to neighbouring countries

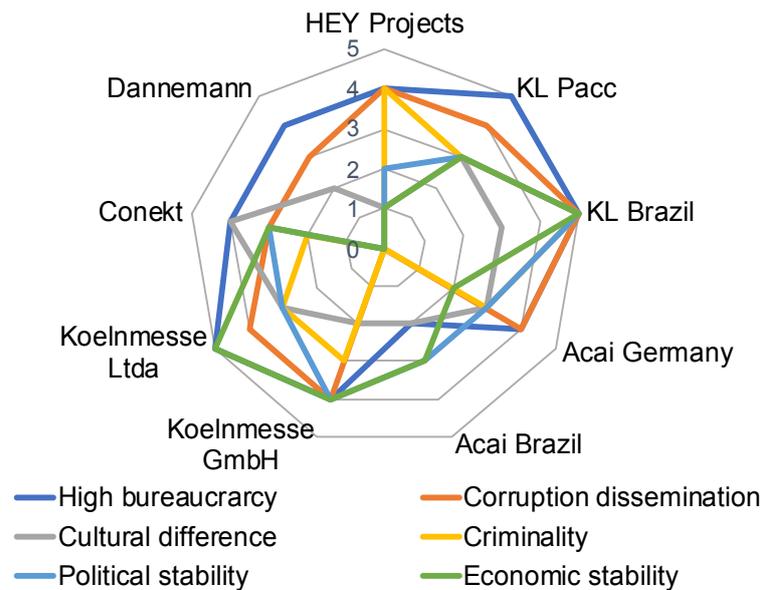


Figure 6: Biggest challenges when doing business with Brazil

Nonetheless, enterprises considering international expansion should also think about the possible risks and pitfalls associated with this decision. Looking at the biggest challenges when doing business with Brazil, there are certain weaknesses associated with the country. Reports by the German-Brazilian Chamber of Commerce and Industry in São Paulo (AHK) and the Chamber of Commerce and Industry for Ruhr in Germany (IHK), both responsible for advising German entrepreneurs, warn of criminality, corruption and high bureaucracy. From the perspective of the researched companies, all these issues are a cause for concern in their business ventures. However,

regardless of size and industry, all respondents identified high bureaucracy and widespread corruption as the major problems in Brazil.

On one hand, these findings show that economic and political instability are not such a great concern for international investors any more, a fact that corroborates the recovery of the Brazilian economy and democracy. On the other hand, it evidences serious socio-cultural problems that might demand profound changes in society. Corruption scandals weaken investors' trust in Brazilian institutions. According to data available from the World Bank, Brazil is the 109th (of 190 countries) most difficult country for doing business. In addition, high bureaucracy is an especially great challenge for companies that import raw materials from or export machinery and equipment to Brazil. These companies reported delays in delivery deadlines, lack of information from public authorities and excessive demands among other issues, resulting in production delays and revenue losses. Additionally, cultural differences and criminality impacted companies that have subsidiaries in the country.



Figure 7: Level of internationalisation success obtained



Figure 8: Perspectives for the company in Brazil in the next three years

A similarity can be identified between figure 7 and figure 8 since the perspectives of the companies for the near future are guided by the success level already achieved. Almost all companies maintained a realistic forecast for their future perspectives based on past results. This corroborates economic theories which state that internationalisation is a gradual and progressive process in which companies learn from their own experiences and increase their investment and commitment only after acquiring sufficient market knowledge. The enterprises surveyed in this study have shown that they base their future strategies on previous experience rather than on other external sources of information or forecasts.

The majority of the respondent companies expect the same degree of success over the next three years or an even higher degree in the short-term. Naturally, enterprises that invested heavily in Brazil over the last year expect the near future outcomes to match their high investments. Likewise, solid enterprises that are no longer in the growing phase or smaller companies will adjust their predictions to a rather moderate degree of expectation.

In summary, from the perspective of the researched German companies, it can be seen that their expectations of Brazil concord with the public opinion of specialists and the media. Despite the recent political changes, investors are optimistic about Brazil and so are the majority of the companies surveyed in this study.

3 Conclusion

The analysis and results presented thus far make it possible to understand the motivation of German enterprises in broadening their trading ventures with Brazil. Empirical results reveal Brazil's growing consumer market as the driving force behind international capital inflows and also as the main benefit for multinational companies that choose Brazil as a business partner in preference to other South American nations. As far as the biggest challenges of conducting business in Brazil are concerned when, from the perspective of German MNCs all obstacles described in the set of possible answers represented real threats to a company's investment. Furthermore, the respondents emphasised the negative effects of excessive bureaucracy and corruption on a nation's ability to attract foreign direct investment. Both issues were reported as the main hindrances to trade with Brazil in all industry sectors that cooperated in this study. Problems of criminality seem to affect only companies with subsidiaries in the country, while cultural differences have not played a significant role, especially for the respondent CEOs and managers who travel frequently to Brazil. Better communication and understanding are responsible for shortening physical distances and facilitating the process of internationalisation. Moreover, political and economic instabilities were not seen as the most serious current obstacles faced by

the country, corroborating the positive forecasts about Brazil's near future and confirming a certain degree of trust in the new government's ability to rule the country.

For German enterprises seeking to expand their international business to South American countries, Brazil is still the most promising prospect offering high returns on investments. Despite particular advantages in certain industrial sectors, the industries particularities of certain sectors, the most attractive incentive for German companies in Brazil is related to the growing population and expanding middle class that has led to a larger domestic consumer market, continuously exceeding its consumption levels year after year. Undoubtedly, there are still some critical aspects of the country that will need to be addressed, as the research results demonstrated. However, Brazil is still a young country, with a new democratic system and an industrialisation process that is developing slowly. The challenges experienced in Brazil in recent years are the same as the ones overcome by most of the developed nations decades ago. Nevertheless, Brazil appears determined to become a worldwide competitor, especially in terms of FDI attraction.

The recently elected President has started his term of office with the intention of strengthening ties with international governments, industrial sectors, and financial investors, all signs of forward-looking economic prospects for Brazil and foreign entrepreneurs. Based on the current conjuncture and the findings of this research, the Brazilian economic and political scenario can be described as encouraging. Under the circumstances, enterprises seeking to gain larger consumer markets with an abundance of natural resources can profit enormously from the benefits that Brazil has to offer.

Future studies could investigate other factors that might be influential in establishing successful businesses in Brazil. An interesting question, for instance, could be whether market adaptability plays an important role, or if leveraging the own business core competencies would exert higher emphasis in this given context. Some internationalisation strategies implemented by foreign companies might have a higher correlation with the country's characteristics than with their own companies. This would, therefore, create a direct link between market adaptability and successful international expansion. Furthermore, future studies could also confirm whether the political measures promised by the Brazilian President have been implemented and if so, whether the goal of attracting international financial capital was achieved.

Ultimately, future perspectives for Brazil seem to be very optimistic. As demonstrated in this study, an increase in the volume of international trade, foreign investment, and further expansion of national consumption is expected both nationally and internationally. If all predictions are fulfilled, Brazil and its trading partners, especially Germany, can enjoy bright business opportunities.

Nevertheless, a careful analysis is required before any company decides to make large investments in a particular country. The present study has demonstrated the huge importance of market knowledge and experience, which were far more decisive for the respondent companies in achieving business success than financial indicators or forecasts. In view of these findings, this study is highly relevant since it explains Brazilian economic history, presents a wide theoretical framework for internationalisation and also provides real examples of successful German enterprises in Brazil. All these aspects must be considered when expanding to the country; for it is a well-known fact that “Brazil is not for beginners.”

4 References

- Brazilian Ministry of Foreign Affairs. (2015). Joint Statement on the occasion of the First High Level Intergovernmental Consultations Brazil-Germany. Retrieved 29/01/2019 from <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/component/content/article?id=10940:com>.
- Brazilian Institute of Geography and Statistics = IBGE (2019). IPCA Accumulated Broad National Consumer Price. Retrieved 12/03/2019 from <https://sidra.ibge.gov.br/Busca?q=IPCA>.
- Business Outlook of the German Economy in Brazil 2018. (2018). German-Brazilian Chamber of Commerce and Industry in São Paulo – AHK. Retrieved 12.02.2019 from http://www.ahkbrasilien.com.br/fileadmin/ahk_brasilien/portugiesische_seite/departamentos/Comunicacao/Pesquisa_de_Conjuntura_Brasil-Alemanha_-_Alemao.pdf.
- European Commission = EC (2019). In focus Mercosur Association Agreement. Retrieved 10.10.2019 from <https://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/eu-mercosur-association-agreement/>.
- German-Brazilian Business Meeting = DBWT (2019). Retrieved 15.10.2019 from <https://eeba-dbwt-2019.b2match.io>.
- “Wirtschaftstrends Brasilien” [Economic Trends Brazil] (2019). Chamber of Commerce and Industry for Ruhr – IHK. Retrieved 23/03/2019 from https://www.essen.ihk24.de/international/laender/Lateinamerika2/Brasilien/Brasilien_Wirtschaftstrends/3527506#titleInText4.
- Ministry of Economy, Industry, Foreign Trade and Services of Brazil = MDIC (2019). Historical Series: Trade balance Monthly and Accumulated Totals. Retrieved 01/02/2019 from <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicas>.
- National Confederation of Brazilian Industry = CNI (2019). Brazil at a glance. Retrieved 19.10.2019 from <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/en/facts-and-figures/brazil-glance/>.

Organisation for Economic Co-operation and Development = OECD. (2019). Under Pressure: The Squeezed Middle Class, OECD Publishing, Paris.

World Bank. (2019 a). Foreign direct investment, net inflows (BoP, current US\$). Retrieved 03/02/2019 from <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2017&locations=BRZJ&start=1980&view=chart>.

World Bank. (2019 b). GDP Annual Growth Brazil. Retrieved 02.02.2019 from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2017&locations=BR&start=1980>.

World Bank. (2019). Doing Business 2019: Training for Reform. Retrieved 10.10.2019 from https://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Annual-Reports/English/DB2019-report_web-version.pdf.

Mobility in Logistics & Business Models

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Logistics & Business Models

Prof. Dr. Ivonne Honekamp

Hochschule Stralsund, Zur Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund,
ivonne.honekamp@hochschule-stralsund.de

Under the headline “Mobility in Logistics & Business Models” this session focused on temporary personnel services in operating theatre nursing, a new step of the development of a management cockpit and on the new German equalisation system for federal states.

Ivonne Honekamp and Liesa Fichtner argued that nurses have to provide high quality work under increased time and financial pressure with fewer and fewer personnel, due to the shortage of skilled workers in hospitals. This results in an emigration of nurses amongst others into temporary employment agencies. By switching to temporary work, nurses expect flexibility, good pay and improved work-life balance. The vast majority of temporary workers report that their expectations of temporary work have been met, and more than half even report that they would reorientate themselves if there were no temporary employment. However, temporary workers do not consider a return to permanent employment completely out of the question and state conditions that hospitals must meet to do so.

Florian W. Kempf focus relied on the federal-state financial pact, which will come into force on the 1 January 2020. It will replace the Länder-finance compensation. The federal burden of at least € 71 billion over the next eleven years, combined with the rights transferred to the Confederation, could be considered a federal buy-out. In order to test this thesis, both sides of the contract, on the one hand the federation, on the other hand the countries, are analysed. In particular, a closer look at the “purchase price” and the “purchase value” for the federal government takes place. In addition, the advantages of the countries arising from the new financial pact are presented in an overview. This is done on the basis of the financial constitution and the constitutionally anchored constitutionality of the state.

Temporary Personnel Services in Operating Theatre Nursing

Prof. Dr. Ivonne Honekamp

Hochschule Stralsund, Zur Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund,
ivonne.honekamp@hochschule-stralsund.de

Liesa Fichtner

Carl-Remigius-Medical School, Marienburgstraße 6, 60528 Frankfurt am Main

1	Background.....	98
2	Method.....	99
3	Results.....	99
4	Discussion and Conclusion.....	104
5	References.....	106

Abstract:

Healthcare is one of the largest employment sectors in Germany. Nurses make up the quantitatively largest occupational group. Through economization, privatization and reforms in the billing system of health care facilities, the structures and conditions for care have changed. High quality work must be provided under increased time and financial pressure with fewer and fewer personnel. The additionally increasing demand for health services leads to a work-concentration up to the overloading of the nursing staff. The resulting emigration of nurses amongst others into the temporary employment agencies has consequences for hospitals. This contribution uses a survey to analyze the motivations of those who have decided against a permanent position in the hospital in favour of a position in temporary employment. The vast majority of temporary workers report that their expectations of temporary work have been met, and more than half even report that they would reorientate themselves if there were no temporary employment.

JEL Classification: I11, J49, R23

Keywords: Temporary employment, surgical care, healthcare, work-life balance, hospital, nurses, operating theatre.

1 Background

The healthcare industry is a growing industry with annual growth of 3.8% over the last decade. In 2017, this accounted for around 12% of the gross domestic product in Germany (Federal Ministry of Health, 2019). Furthermore, healthcare is one of the largest employment areas in Germany. Nurses make up the quantitatively largest occupational group (Bräutigam et al., 2010). At the same time, however, there is also a serious shortage of skilled workers in this area. According to the Federal Employment Agency, around 15,700 vacant nursing jobs were registered in 2018, an increase of 7% compared to the previous year (Statistics of the Federal Employment Agency, 2019 b).

Through economization, privatization and reforms in the billing system of health care facilities, the structures and conditions for care have changed. Benefits must be provided under increased time and financial pressure with fewer personnel due to the shortage of skilled workers (Klöpfer, 2011). Increasing demand for health services leads to a work-concentration up to the overloading of the nursing staff.

A survey in 249 German hospitals as part of the Hospital Barometer showed that 53% of the hospitals surveyed used nursing staff in 2017 through temporary employment (Blum et al., 2018). For a long time temporary workers have filled gaps in hospitals in the case of short-term fluctuations or illness of permanent workers. Nowadays the situation has changed such that maintaining the company can no longer be guaranteed without the help of temporary workers (Bräutigam et al., 2010). The share of temporary workers in nursing staff is low at 2%, but the number of temporary workers in nursing has doubled between 2014 and 2018 to around 22,000 temporary workers (Bundesagentur für Arbeit statistics, 2019 b). With the introduction of lower-level care, clinics are required to ensure minimum staffing in certain areas, such as intensive care, otherwise penalties may be imposed. This could further increase the need for leasing professionals.

An analysis of job advertisements by temporary work agencies by the Hans Böckler Foundation revealed that there is a need for nursing staff, especially in the areas of anesthesia, operations and intensive care units. Staff shortages or shortages in these departments are difficult to compensate through internal recruitment, as a high level of specialized skills is required (Bräutigam et al., 2010). In the surgical area of a hospital, the core revenues are achieved. Unused capacities and breakdowns of operations due to staff shortages lead to considerable revenue losses and should be avoided as far as possible (Tschudi et al., 2017).

Due to the high demand for leasing staff in this area, this research focuses on the reasons why nurses prefer a position in temporary employment over a permanent position in the hospital. Furthermore, the conditions that have to be met by the clinics

in order to recapture temporary employees for permanent employment will be investigated.

2 Method

For this study, the data was collected using a standardized online survey. This procedure makes it possible to interview a high number of participants anonymously and discreetly. Distortions due to socially desirable behavior are avoided as far as possible. Study participants were acquired via the network of a temporary employment agency, which has branches throughout Germany. Due to the specifications of the temporary employment agency, the survey was limited to the areas of application of temporary staff in Hamburg, Bremen, Berlin, Lübeck and Hanover. The employees were contacted by e-mail through the company. The data collection took place in a survey period of 30 days from 31 January 2019 to 01 March 2019.

Prerequisite for participation in the study was the employment in a temporary employment agency, the occupational activity in the operating theater area, belonging to the occupational group of surgical nursing and the availability of technical resources, therefore the accessibility via a PC or a mobile device via the Internet.

The temporary employment agency contacted 81 people. In addition, the questionnaire was forwarded to other persons who also meet the criteria mentioned. This results in a sample size of 108 persons ($n = 108$). The type of sample can be assigned to the non-probabilistic methods (Döring and Bortz, 2016).

3 Results

42 people participated in the online survey. This corresponds to a gross payout ratio of 38.9%. Two participants canceled the survey early and another questionnaire was flawed. Thus, 39 questionnaires were included in the evaluation, which corresponds to a net return rate of 36.1%.

The survey was attended by 35 women and 4 men. 54% of the participants were between 21 and 30 years old, 26% between 31 and 40 years and 20% were over 40 years old. 74.4% said they had no children, 15.4% have children who live in the household, and 10.3% have children who do not live in the household.

In terms of employment, 43.6% of participants worked less than one year in temporary employment, 20.5% one to two years, 12.8% two to three years, and 23.1% worked more than three years in temporary employment.

3.1 Motives

The survey participants were asked to rate the importance of different motives that were crucial for choosing a job in temporary employment. Table 1 summarizes the results and shows that especially the motives attributed to working time and private life were classified as very important. However, more than half of the respondents also said that the payment was a very important motive for a change.

<i>Category</i>	Motive	very important	important	neither nor	less important	not at all important
<i>working time and personal life</i>	flexibility	87,18	7,69	5,13	0	0
	reconciliation of private an professional life	79,49	15,38	5,13	0	0
	time for family and friends	76,92	12,82	10,26	0	0
	working hours	66,67	17,95	10,26	5,13	0
<i>salary</i>	salary	53,85	23,08	23,08	0	0
<i>employer</i>	dissatisfaction with previous employment	35,9	25,64	17,95	10,26	10,26
	check out potential new employees	10,26	25,64	23,08	12,82	28,21
	hospital did not allow part-time work	12,82	5,13	30,77	5,13	46,15
	no prospect of permanent employment after training	5,13	0	12,82	5,13	76,92
<i>vocational development</i>	gather work experience	35,9	23,08	28,21	0	12,82
	career oportunities	7,69	12,82	53,85	12,82	12,82
<i>thers</i>	moving to another city	10,26	7,69	12,82	7,69	61,54
	transition period	10,26	5,13	5,13	7,69	71,79

Table 1: Motives for switching to temporary work

(Note: These are the answers to the question “How important were the following reasons when deciding to work in a temporary employment agency?”)

3.2 Work-life balance (WLB), job satisfaction and health

Participants were asked to compare various aspects of their current employment relationship in temporary work with their previous permanent employment or training relationship in the hospital. These are assigned to the categories WLB, job satisfaction and health and compared with each other.

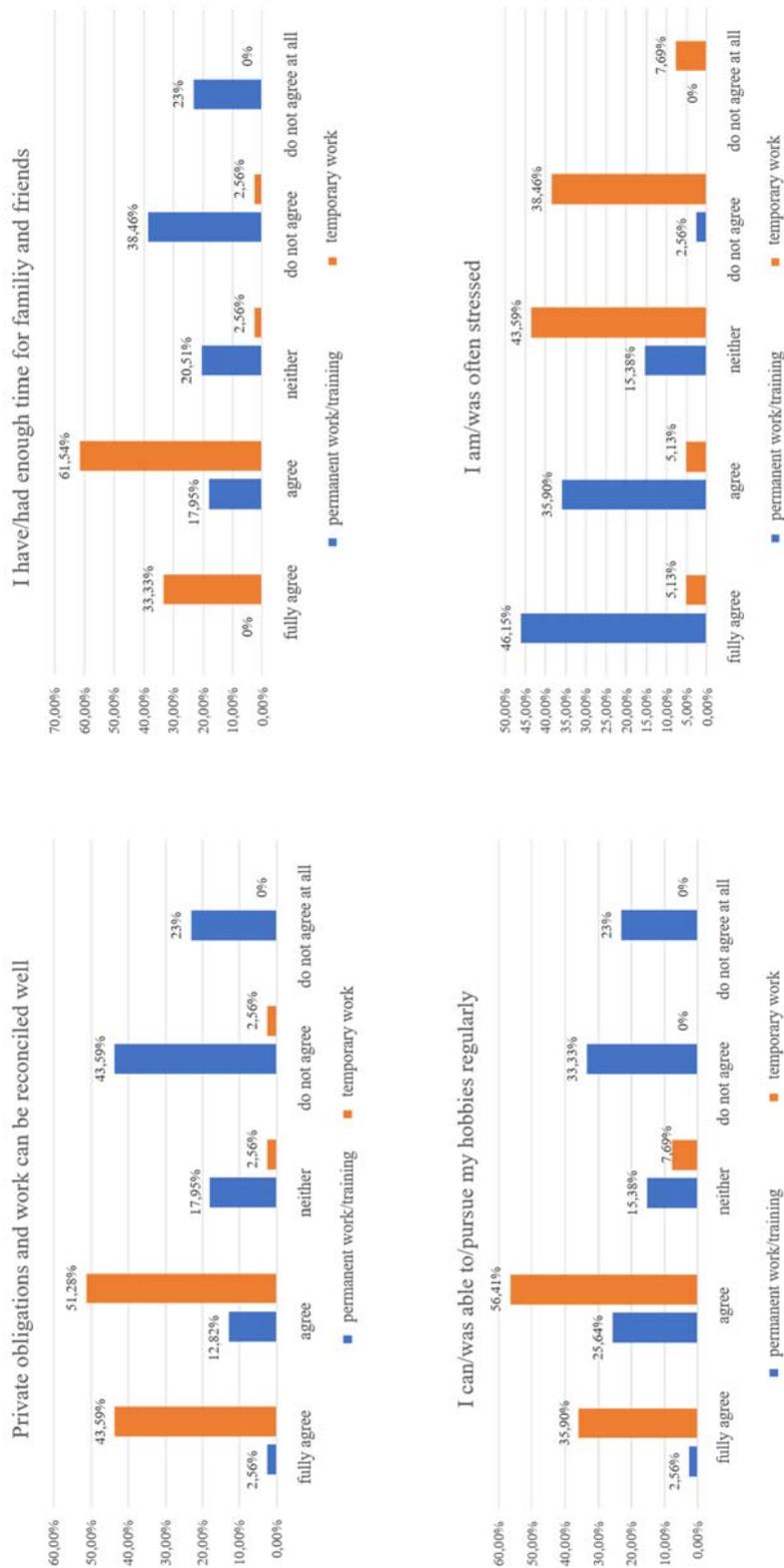


Figure 1: Comparison of different aspects of the work-life balance between permanent employment and temporary employment

In the field of WLB, Figure 1 shows that the change in temporary work has led to a large proportion of temporary workers making it easier to reconcile private obligations with work than was the case with permanent hospital work. As a temporary worker, it is also more likely to pursue one's hobbies regularly and spend time with family and friends. According to the respondents, the feeling of being stressed too often, decreases significantly with the change to temporary work. 90% of respondents are satisfied with the working time in temporary employment. Compared to their previous work in hospital, the figure was only 15.38%.

The participants were also asked how satisfied they were with various factors of their job. The largest increase in satisfaction was 56.41% in mutual acceptance and esteem and 53.85% in pay (Figure 2). With regard to the satisfaction with colleagues and the team, the slightest increase after switching to temporary work was found (17.95%). The only aspect in which the satisfaction in temporary work is lower than in the permanent position, is the training opportunity.

The last question in this session focused on satisfaction with one's own health. At the time of the survey, 82% of the interviewed temporary workers were very or rather satisfied with their health. Looking back to their position in permanent employment in a hospital, 21% said they were very or rather satisfied with their health.

3.3 Return to permanent employment

Here, the results are considered in terms of the conditions that have to be met by the hospitals in order to give temporary workers an incentive to switch back to permanent employment. Respondents cite income as the most important factor, followed by work organization and more flexible working hours (Table 2). The colleagues and the team play an important role for 87.18%. The variety in everyday working life and the exclusion from shift work are also very important (variety 64.10%, exclusion from shift work for 64.11%).

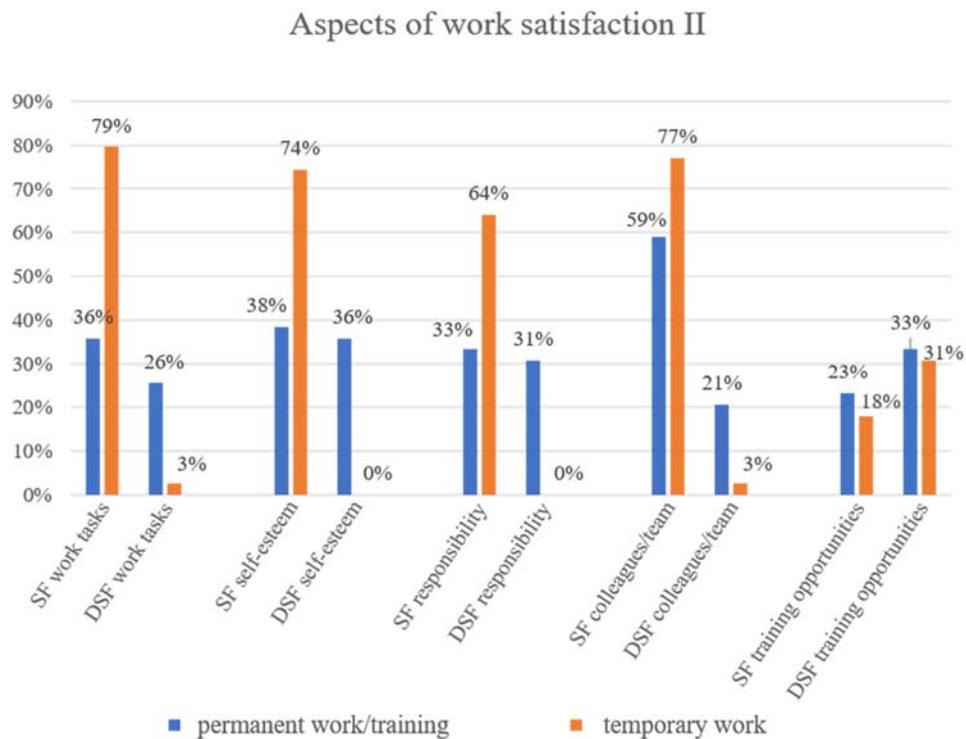
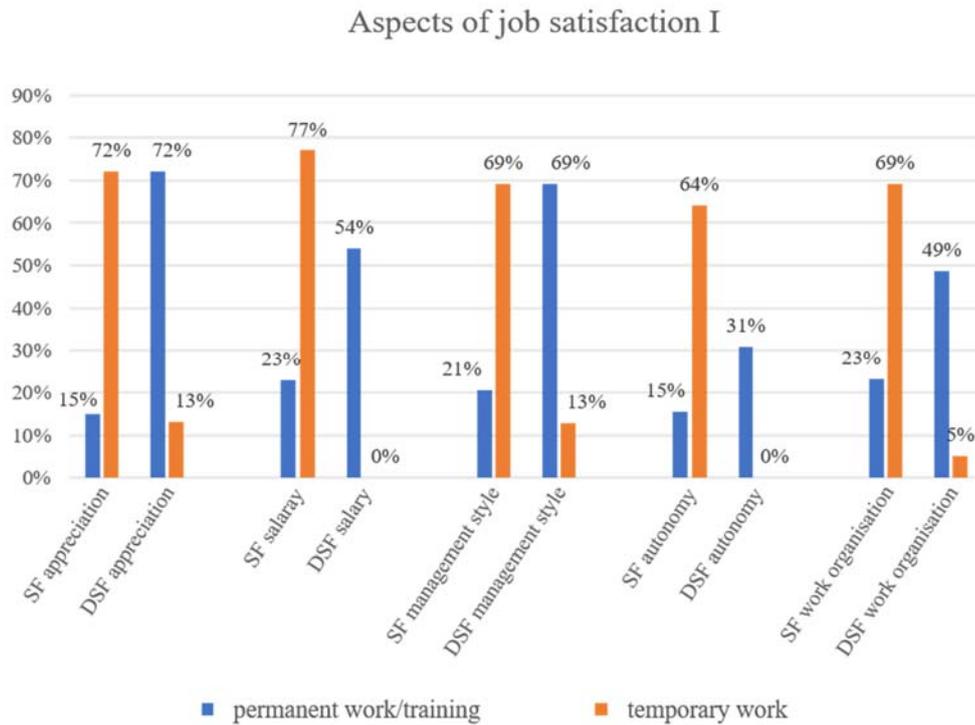


Figure 2: Different aspects of job satisfaction (Note: Comparison of partial aspects of satisfaction and dissatisfaction between permanent employment and temporary work. For satisfaction (SF) the frequencies of “very satisfied” and “rather satisfied” were summarized, for the dissatisfaction (DSF) “little satisfied” and “not satisfied at all” have been summed up.)

Conditions	very important	important	neither nor	less important	not at all important
salary	79,49	20,51	0	0	0
organisation at work	56,41	41,03	2,56	0	0
flexible working hours	74,36	20,51	5,13	0	0
colleagues/team	58,97	28,21	12,82	0	0
variety in every day work life	30,77	33,33	28,21	2,56	5,13
exclusion of shift work	41,03	23,08	23,08	12,85	0
career oportunities	33,33	23,08	33,33	5,13	5,13

Table 2: Conditions for returning to a permanent position (Note: These are the answers to the question: “To consider permanent employment in a clinic, the following aspects are important to me”)

3.4 If temporary work did not exist

Study participants were also asked to what extent they agreed with the statement that they would choose a different occupation if temporary employment did not exist. 17.95% fully agreed with this statement, 38.46% agreed, 10.26% voted “neither nor”, 23.08% of respondents disagreed and 10.26% fully disagreed. Of the 56.41% of respondents who supported the statement (“fully agree” or “agree”), 54.55% are aged 21–30 years, 81.82% of whom have no children. The majority of people work in temporary employment with 72.73% less than two years.

4 Discussion and Conclusion

The results of the survey show that switching to a temporary work agency has a positive impact on WLB, job satisfaction and health. Furthermore, the expectations for a change from permanent to temporary work have been met and satisfaction has increased in the areas investigated. Subjects have more time to spend on temporary work for family and friends, are able to practice hobbies on a regular basis, are less stressed, have more energy and are less exhausted at the end of the day than in their previous employment.

Particularly striking is the increase in satisfaction in the areas of appreciation of work, pay and the leadership style of the direct supervisor. Buxel (2011) also showed in his study that job dissatisfaction is the result of a lack of appreciation. In the results of this study, the importance of esteem reappears, considering the open ended questions of the interviewees, in which appreciation was repeatedly cited as an important factor, for leaving a permanent position in the hospital.

Appreciation can also be expressed through appropriate remuneration, as the monetary aspect is certainly the most important for the participants in the survey. This is

also reflected in the motives for switching to temporary employment. For 76.93%, the payment was an important reason to enter temporary employment. As a result, the assumption that temporary workers have worse work conditions than permanent employees can not be transferred to health care sector. As health care professionals are the most sought after and demand is high, nurses are in a good bargaining position, especially in functional areas such as the operating theater.

In order to determine the state of health, the questionnaire merely asked for satisfaction with one's own health. Satisfaction with the personally assessed state of health after switching to temporary employment improved or remained unchanged among all respondents. None of the subjects experienced a deterioration. This result may result from the elimination of the shift service and the improved WLB. Less stress and more free time also have a positive effect on health.

The increased satisfaction positively influences work performance. Healthy and satisfied employees are more efficient, motivated and less likely to be unfit for work. Therefore, this study allows conclusions to be drawn to problem areas of permanent employment and can help to find out in which areas the highest dissatisfaction exists.

Only the aspect of continuing education was rated slightly lower in temporary employment than in permanent employment. One possible explanation is the exclusion of leasing staff from in-house training in some hospitals. However, there has also been dissatisfaction with the training opportunities in the permanent employment. To this end, the temporary work agencies could offer internal training or finance the training at the sites. Some companies already offer support for part-time studies for their employees.

Many hospitals in Germany have to provide patients with a 24-hour care and there is no way to eliminate shift work completely. Despite the knowledge that choosing a career in a hospital implies shift work, the willingness of the caregiver to work under these conditions is decreasing. Assuming that improvements in the above factors, especially higher pay, would lead to more nurses switching to permanent employment, the workload for each individual would decrease. In addition, a more flexible roster structure would be possible because, for example, on-call services could be split among a larger number of people. As a result, the number of services per month would decrease for each employee. Thus, an increase in salaries could result in a tighter staffing level and, as a result, positively impact job satisfaction and WLB.

The change to temporary work relieves from the heavy burden in permanent employment. However the structural problems which result from a lack of skilled workers are exacerbated. By switching to temporary work, caregivers have found a way to change their employment. The positive effects are likely to keep them in their jobs instead of leaving the health care sector.

This work can serve as an orientation for the clinics, and health policy, as it is shown which motives for the respondents were crucial for a change in the temporary work and which aspects of the employees are generally important for a good working relationship. If there are no changes, if the development continues and more and more nurses decide on temporary employment, the quality of patient care could be significantly reduced in the future. Here, there is a need for research, since temporary workers are indispensable in some clinics, but for an adequate supply, the permanent staff is essential. In addition, studies should be recommended that examine the effects of the migration of many nurses into temporary employment on the remaining permanent staff.

5 Reserences

- Blum, K, Löffert S, Offermanns M, et al. (2018): Krankenhausbarometer, Umfrage 2018. Düsseldorf: Deutsches Krankenhausinstitut.
- Bräutigam C, Dahlbeck E, Enste P, et al. (2010): Flexibilisierung und Leiharbeit in der Pflege. Hans-Böckler-Stiftung Arbeitspapier; 215.
- Bundesagentur für Arbeit (2019): Arbeitsmarktsituation im Pflegebereich. Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt Mai.
- Döring N, Bortz J. (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. 5. Auflage. Heidelberg: Springer-Verlag; doi: 10.1007/978-3-642-41089-5.
- Spector P E, Dwyer D J, Jex S M. (1988): Relation of job stressors to affective, health, and performance outcomes: A comparison of multiple data sources. *Journal of Applied Psychology*; 73(1): 11–19.
- Statistisches Bundesamt (2018): Gesundheitspersonalrechnung (14.12.2018). Accessed 14.12.2018 from: www.gbe-bund.de; Stand: 29.08.2019.
- Tschudi O, Schüpfer G, Bauer M, et al. (2017): Effiziente Nutzung von OP-Kapazitäten – das Luzerner Konzept – eine Methodenbeschreibung. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 2017; 58: 85–93.

Bundesstaatliches Buy-Out – Die Bewegung in der Finanzverfassung bringt den Bundesländern mehr finanzielle Sicherheit

Florian Kempf

Bildungs- und Wissenschaftszentrum der Bundesfinanzverwaltung Münster,
Gescherweg 100, 48161 Münster, florian.kempf@bwz.bund.de

1	Einleitung.....	108
2	Bundesstaatsprinzip	108
3	Föderaler „Deal“ aus Sicht des Bundes	110
4	Bund-Länder-Finanzpakt – Auswirkungen auf die Länder	112
5	Fazit	114

Abstract:

Ab dem 01.01.2020 tritt der Bund-Länder-Finanzpakt in Kraft und löst den Länderfinanzausgleich ab. Bei der finanziellen Belastung für den Bund von mindestens 71 Milliarden Euro für die nächsten elf Jahre – in Verbindung mit den auf den Bund übergegangenen Rechten – könnte man davon ausgehen, dass es sich hierbei um einen bundesstaatlichen „Buy-Out“ handelt. Um diese These zu prüfen, werden beide Vertragspartnerseiten, zum einen der Bund, zum anderen die Länder, analysiert. Insbesondere erfolgt eine genauere Betrachtung des „Kaufpreises“ und des „Kaufgegenwertes“ für den Bund. Zudem werden die sich durch den neuen Finanzpakt ergebenden Vorteile der Länder überblicksartig dargestellt. Dies geschieht auf der Grundlage der Finanzverfassung und der verfassungsrechtlich verankerten Verfasstheit des Staates.

JEL Classification: H770, H610, K100

Keywords: Federal state, federalism, fiscal federalism, intergovernmental relations, national government, national budget, budget systems, constitutional law.

1 Einleitung

Die Verfassung der Bundesrepublik Deutschland trat am 23. Mai 1949 in Kraft. Im Grundgesetz wurde in Artikel 20 Absatz 1 verankert, dass „[d]ie Bundesrepublik Deutschland ein demokratischer und sozialer Bundesstaat“ ist. Die sogenannte Ewigkeitsklausel aus Artikel 79 Absatz 3 GG garantiert, dass die Gliederung des Bundes in Länder und „die grundsätzliche Mitwirkung der Länder bei der Gesetzgebung“ nicht aufgehoben werden dürfen. Mehr noch, es ist nicht erlaubt, die ausschließlich den Ländern zustehenden Rechte auszuhöhlen. Man kann sich aber die Frage stellen, ob der vorliegende Bund-Länder-Finanzpakt nicht genau das in ökonomischer Hinsicht macht?

Um diese Frage zu beantworten, werden im Folgenden zunächst das Grundschema der öffentlichen Haushaltsführung, die staatliche Aufgabenverteilung nach dem Grundgesetz und die Finanzhoheit der Gebietskörperschaften dargestellt, bevor der „föderale Deal“ ökonomisch betrachtet wird. Diese ökonomische Betrachtung besteht darin, dass der Bund-Länder-Finanzpakt aus Sicht des Bundes in einen „Kaufpreis“ und einen „Kaufgegenwert“ separiert wird. Nach Darstellung der Länderseite des Bund-Länder-Finanzpaktes erfolgt eine abschließende Würdigung der These des bundesstaatlichen Buy-Outs.

2 Bundesstaatsprinzip

2.1 Grundschema der öffentlichen Haushaltsführung

Die öffentliche Haushaltsführung folgt in ihrem Grundschema einer Dreiteilung. Das staatliche Handeln leitet sich aus den Artikeln 70 bis 82 sowie Artikel 83 bis 91e Grundgesetz ab. Knapp zusammengefasst lässt sich aus finanzwissenschaftlicher Sicht sagen: „Aufgaben sind zu erfüllen“.

Aus Artikel 104a Absatz 1 Grundgesetz kann man ableiten, dass „Ausgaben zu tätigen sind“. Dieser Grundsatz verkörpert die haushalterische Präzisierung der Aufgaben. Grundsätzlich ist hierbei immer das Konnexitätsprinzip zu beachten, wonach diejenige Stelle die Finanzierung der Ausgaben zu tragen hat, die auch die Aufgabe ausführt. Es gilt also grundsätzlich das kaufmännische Prinzip, „wer bestellt, bezahlt“. Hierzu halten jedoch die weiteren Absätze des Artikels 104a Grundgesetz einige Ausnahmen bereit, auf die hier nicht en detail eingegangen werden soll.

Als letzte Komponente des fiskalischen Dreiklangs bleibt noch der Grundsatz zu nennen, dass „Einnahmen erzielt werden müssen“. Die Artikel 105 bis 108 Grundgesetz regeln, wie die Mittel erzielt werden können, mit denen die Ausgaben zu bestreiten sind. Neben die hier genannten Finanzierungsmöglichkeiten tritt grundsätzlich noch die Nettoneuverschuldung.

2.2 Staatliche Aufgabenverteilung gemäß Grundgesetz

Gemäß Artikel 30 Grundgesetz ist die Erfüllung staatlicher Aufgaben Sache der Länder, soweit das Grundgesetz keine andere Regelung trifft oder zulässt. Konkretisiert wird diese Zuständigkeitsvermutung zugunsten der Länder hinsichtlich der Gesetzgebungsaufgaben in Abschnitt VII des Grundgesetzes und hinsichtlich der Verwaltungsaufgaben (Ausführung der Gesetze und Bundesverwaltung) in Abschnitt VIII des Grundgesetzes.

Die Ausnahmen zu diesem Grundsatz bezüglich der Gesetzgebung finden sich in den Artikeln 72 bis 74 Grundgesetz. Sie lassen sich in zwei Bereiche aufteilen. Zunächst, mit Blick auf Artikel 73 Grundgesetz, ist die ausschließliche Gesetzgebungskompetenz des Bundes kodifiziert, die dort abschließend genannt ist, wie bspw. die Gesetzgebung über „die auswärtigen Angelegenheiten sowie die Verteidigung einschließlich des Schutzes der Zivilbevölkerung“ (Art. 73. Abs. 1 Nr. 1 GG). Daneben findet sich in den Artikeln 72 und 74 Grundgesetz die Vorranggesetzgebung des Bundes, die sogenannte konkurrierende Gesetzgebung. Sie besagt, dass grundsätzlich die Länder die Gesetzgebungskompetenz besitzen – vgl. hierzu Artikel 70 Absatz 1 Grundgesetz – „(...) solange und soweit der Bund von seiner Gesetzgebungszuständigkeit nicht durch Gesetz Gebrauch gemacht hat“ (Art. 72 Abs. 1 GG). In Artikel 74 Grundgesetz werden diese Bereiche genannt. Wenn man sich in Absatz 1 z. B. die Nummer 1 ansieht („das bürgerliche Recht, das Strafrecht, die Gerichtsverfassung, das gerichtliche Verfahren (ohne das Recht des Untersuchungshaftvollzugs), die Rechtsanwaltschaft, das Notariat und die Rechtsberatung;“), so erkennt man, dass der Bund sich auch tatsächlich die Gesetzgebung vorbehalten hat – hier im konkreten Beispiel das Bürgerliche Gesetzbuch, welches natürlich im gesamten Bundesgebiet Rechtskraft besitzen muss. Mehr noch, nach Artikel 72 Absatz 2 Grundgesetz „hat der Bund das Gesetzgebungsrecht, wenn und soweit die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse im Bundesgebiet oder die Wahrung der Rechts- oder Wirtschaftseinheit im gesamtstaatlichen Interesse eine bundesgesetzliche Regelung erforderlich macht.“

Man darf die Frage stellen, was bleibt nach den Ausnahmen noch für die Länder übrig? Es verbleiben nur fünf Hoheiten: die Finanzhoheit, die Kultushoheit, die Feiertagshoheit, die Polizeihöheit sowie die Gemeindehoheiten. Letztere beinhalten beispielsweise nochmals eine eigene Finanzhoheit der Gemeinden, obwohl diese keine eigene dritte föderale Ebene darstellen, sondern verfassungsrechtlich als Teile der Länder gesehen werden (vgl. hierzu Art. 28 Abs. 2 GG; insbesondere die Sätze 1 und 3).

Für die Verwaltungsaufgaben regelt Artikel 83 Grundgesetz, dass die Gesetze grundsätzlich von den Ländern ausgeführt werden. Ausnahmen bilden hier nur zwei

Punkte: zum einen die bundeseigene Verwaltung (vgl. hierzu Art. 86 GG), wie beispielsweise der Auswärtige Dienst und die Bundesfinanzverwaltung; zum anderen die gestaltende oder fördernde Verwaltung außerhalb der Pflichtaufgaben, wie beispielsweise gesamtstaatliche Repräsentation, Großforschungsprojekte oder Kulturförderung.

2.3 Finanzhoheit

Unter der Finanzhoheit versteht man allgemein die Befugnis der Länder, ihr Finanzwesen selbstständig zu regeln. Hierzu gehört immer die gelegentlich selbstständig aufgeführte Abgaben- und Steuerhoheit, wobei die Steuerhoheit derjenige Teil der öffentlichen Gewalt (Exekutive) ist, der die Gebietskörperschaften berechtigt, Steuern festzusetzen und einzutreiben. Ob aus der Finanzhoheit auch bundesrechtlich ein Anspruch auf eine angemessene Finanzausstattung oder gar ein Anspruch auf eine Mindestausstattung folgt, hat das Bundesverfassungsgericht bislang offengelassen.

3 Föderaler „Deal“ aus Sicht des Bundes

3.1 Kaufmännische Fragestellung

Das Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 13. Juli 2017 als zentraler Baustein des sogenannten föderalen „Deals“, beinhaltet eine Vielzahl an veränderten und neuen Regelungen¹ im Rahmen des neu geschaffenen Finanzausgleichsystems. Anhand der Änderung der Artikel 90, 91c, 104b, 104c, 108, 109a und 114 lässt sich erkennen, wie die Kompetenzen zu Gunsten des Bundes verschoben wurden. Die kaufmännische Frage hierzu lautet, was ist der „Kaufpreis“ und was ist der „Kaufgegenwert“ dieses Deals aus Sicht des Bundes?

3.2 „Kaufpreis“

Ganz konkret lässt sich heute schon festhalten, dass der Anteil des Bundes am Aufkommen der Umsatzsteuer von etwa 53,8 % auf 52,8 % sinkt. Für den Bundeshaushalt 2018 entspräche dies einer Mindereinnahme von 2,348 Mrd. €² oder 0,68 %³. Zusätzlich erfolgt ab 2020 eine weitere Vorabreduzierung des Umsatzsteueraufkommens des Bundes um rund 6,7 Mrd. € (ab 2021 dann 6,9 Mrd. €).

Nur allein diese Zahlungen lassen sich heute schon ermitteln. Auf Basis dieser Zahlungen kann der Kapitalwert berechnet werden. Dieser Kapitalwert wird hier als

¹ Betroffene Artikel des Grundgesetzes: 90, 91c, 104b, 104c, 107, 108, 109a, 114, 125c, 143d, 143e, 143f und 143g.

² 1% des USt-Aufkommens von 234,8 Mrd. €.

³ 2,348 Mrd. € in Relation zum Volumen des Bundeshaushalts von 243,6 Mrd. €.

„Kaufpreis“ des Bundes interpretiert. Dabei gehen andere finanzwirksame Konsequenzen des „Deals“ nicht in die Berechnung ein.

Eine notwendige Größe für die Berechnung des Kapitalwerts ist der Kalkulationszinssatz. Hierfür wird die Zinsstruktur der Deutschen Bundesbank am Rentenmarkt für börsennotierte Bundeswertpapiere vom August 2019 genutzt.

Ein möglicher Einwand könnte sein, dass statt der Kapitalwertmethode die Marktzinsmethode angewendet werden müsse, weil sie genauer sei. Da beide Methoden das korrekte Ergebnis nur annähern können und bei der gegebenen Zinsstruktur lediglich zu einem marginalen Unterschied führen, bleibt der errechnete Kapitalwert aussagekräftig.

3.3 Kaufpreisberechnung

Tabelle 1 liefert als Ergebnis den Kapitalwert, der alleine schon unter Zugrundelegung der als gesichert anzusehenden Daten eine Höhe von fast 72 Milliarden Euro aufweist. Als gesichert anzusehen sind die Mindestlaufzeit des Bund-Länder-Finanzpaktes bis zum 31.12.2030, das verminderte Umsatzsteueraufkommen und die weitere Vorabreduzierung des Umsatzsteueraufkommens.

Periode	Jahr	Zinssätze	Auszahlung	Abzinsungsfaktor	Barwerte
1	2020	0,0085	- 6.737.954.667,00 €	0,99157	- 6.681.164.766,48 €
2	2021	0,0092	- 6.871.288.000,00 €	0,98185	- 6.746.579.899,33 €
3	2022	0,0095	- 6.871.288.000,00 €	0,97203	- 6.679.119.010,23 €
4	2023	0,0095	- 6.871.288.000,00 €	0,96289	- 6.616.264.497,50 €
5	2024	0,0093	- 6.871.288.000,00 €	0,95477	- 6.560.497.668,33 €
6	2025	0,0090	- 6.871.288.000,00 €	0,94766	- 6.511.651.575,24 €
7	2026	0,0085	- 6.871.288.000,00 €	0,94247	- 6.475.999.907,82 €
8	2027	0,0080	- 6.871.288.000,00 €	0,93824	- 6.446.943.956,12 €
9	2028	0,0076	- 6.871.288.000,00 €	0,93413	- 6.418.665.185,16 €
10	2029	0,0071	- 6.871.288.000,00 €	0,93170	- 6.401.948.734,27 €
11	2030	0,0066	- 6.871.288.000,00 €	0,93019	- 6.391.634.982,74 €
SUMME					- 71.930.470.183,22 €

Tabelle 1: Kapitalwertberechnung

In die Berechnung sind explizit weitere Zahlungen des Bundes an die Länder, die nicht direkt in eine zusätzliche Vorabreduzierung des Umsatzsteueraufkommens münden, nicht aufgenommen worden. Ebenso wurde die Berücksichtigung zusätzlicher Perioden unterlassen, da die Laufzeit des neuen Finanzpaktes befristet ist. Ein Weiterlaufen der Vereinbarung in unveränderter Weise wäre rein fiktiv; mögliche Veränderungen des Finanzpaktes nach dem 31.12.2030 wären rein hypothetisch.

3.4 „Kaufgegenwert“

Die eine Seite des „Deals“ ist der soeben berechnete Kaufpreis; dem entgegen muss man natürlich den sogenannten „Kaufgegenwert“ setzen. Für den „Kaufgegenwert“ müssen die zusätzlichen Kompetenzen des Bundes erfasst und eigentlich auch quantitativ, also in monetärer Hinsicht, bewertet werden. Dies erfolgt indes nicht, da die Bewertung der Änderungen in Geldeinheiten viel zu spekulativ wäre. Somit bleibt es bei der Aufzählung der für den Bund relevanten Änderungen des Grundgesetzes:

- Art. 90 GG: Die Verwaltung der Bundesautobahnen wird an den Bund überführt;
- Art. 91c GG: Die Zentralisierung der Verwaltungs-IT durch den Bund wird erhöht;
- Art. 104b GG: Der Bund darf bei Finanzhilfen die Verwendung in den Länderprogrammen im Einvernehmen mit den betroffenen Ländern bestimmen;
- Art. 104c GG: Der Bund darf kommunale Bildungsinfrastrukturprojekte von finanzschwachen Gemeinden finanzieren und im Einvernehmen mit den betroffenen Ländern ausgestalten;
- Art. 108 GG: Es erfolgt eine weitergehende Zentralisierung oder Vereinheitlichung der Steuerverwaltung beim Bund oder den Ländern; neu getroffene Regelungen können durch einfachen Mehrheitsentscheid Gültigkeit für alle Länder erlangen;
- Art. 109a GG: Der Stabilitätsrat überwacht nun ebenfalls die Haushalte der Länder, da der Bund für eine „Haushaltsdisziplinlosigkeit“ der Länder gegenüber der Europäischen Union haftet;
- Art. 114 GG: Der Bundesrechnungshof kontrolliert die sogenannten „Bundesausgaben“ der Länder.

Man erkennt, dass sich die Kompetenzen in Richtung des Bundes verschoben haben. Dies ist zumindest teilweise auch folgerichtig (z. B. Art. 109a GG).

4 Bund-Länder-Finanzpakt – Auswirkungen auf die Länder

Der neue „Finanzkraftausgleich“ erfolgt in den folgenden Schritten, wobei die Aufteilung des Steuerertrages zwischen Bund und Ländern weiterhin wie bisher vorweg erfolgt:

- Vorstufe – vertikaler Finanzausgleich (unverändert);
- Hauptstufe – horizontaler Finanzausgleich (verändert);

- Primäre Steuerverteilung (Einkommen- und Körperschaftsteuer nach dem Prinzip des örtlichen Aufkommens, wie bisher);
- Finanzkraftausgleich;
- Verteilung des verbleibenden Ländergesamtaufkommens der Umsatzsteuer auf die einzelnen Länder nach dem Einwohnerprinzip;
- Bundesergänzungszuweisungen;
- Sonder-Bundesergänzungszuweisungen.

Es sind fünf Hauptvorteile für die Länder zu identifizieren. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben und die davon profitierenden Länder werden jeweils genannt.

- i. Streichung der Ergänzungsanteile des bisherigen Länderfinanzausgleichs; man kann sagen, dass dadurch die Geberländer nicht mehr in dem bisherigen Umfang für ihre Wirtschaftskraft „bestraft“ werden, wie es in den betroffenen Ländern Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg und Hessen oft verstanden wurde;
- ii. Seehäfenhilfen: die bisherigen Hilfen für die besonderen Kosten, die aus der Unterhaltung von Seehäfen resultieren, werden verstetigt; dies betrifft die Länder Bremen (10,7 Mio. €), Hamburg (21 Mio. €), Mecklenburg-Vorpommern (2,6 Mio. €), Niedersachsen und Schleswig-Holstein (je 2 Mio. €);
- iii. Hilfen für strukturelle Arbeitslosigkeit: die bisherigen Hilfen für die besonderen Kosten der strukturellen Arbeitslosigkeit werden ebenfalls verstetigt; dies betrifft die Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen;
- iv. Hilfen für übermäßige Kosten der politischen Führung: Länder mit wenigen Einwohnern haben ähnliche Kosten für die politische Führung wie einwohnerstarke Länder und damit eine deutlich höhere Pro-Kopf-Belastung. Diese Hilfen werden jetzt ebenfalls verstetigt; betroffen sind die Länder Berlin, Brandenburg, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen;
- v. Nachrangige Verbesserungen:
 - a. Zusätzlich zu den Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg erhalten nun auch Brandenburg (103 %), Mecklenburg-Vorpommern (105 %) und Sachsen (102 %) eine sogenannte „Einwohnerveredelung“;
 - b. Zur Einhaltung der Schuldenbremse aus Artikel 109 GG erhalten die Länder Bremen und Saarland jeweils 400 Millionen Euro jährlich als Sanierungshilfen für ihre jeweiligen Haushalte.

Einzig Nordrhein-Westfalen taucht in den obigen Aufzählungen nicht auf. Dafür profitiert dieses Land auf andere Weise: in Nordrhein-Westfalen gibt es eine hohe Anzahl finanzkraftschwacher Kommunen, die durch Gemeindesteuerkraftzuweisungen bereits begünstigt werden (vgl. hierzu Art. 107 Abs. 2 S. 6 GG). Durch die nur noch zu einem Drittel für Zwecke der Bemessung der Finanzkraft berücksichtigte bergbaurechtliche Förderabgabe profitiert das Land indirekt auch noch (vgl. hierzu Art. 107 Abs. 2 S. 4 GG).

Diese Vorteile des Landes NRW gelten auch für die übrigen Länder, entfalten aber für das bevölkerungsreichste Bundesland natürlich eine ganz besondere Wirkung.

Daneben werden mit den neuen Regelungen 80 % (statt der bisherigen 77,5 %) von Fehlbeträgen nach dem Finanzausgleich aus Bundesmitteln ausgeglichen. Zudem erhalten alle Länder einen prozentualen Anteil von den zusätzlichen 3,5 Mrd. € für Finanzhilfen zur Verbesserung der Schulinfrastruktur finanzschwacher Kommunen gemäß Artikel 104c Grundgesetz. Nähme man diese jährlichen zusätzlichen 3,5 Mrd. € in die Berechnung des „Kaufpreises“ mit hinein, ergäbe dies einen Kapitalwert von nunmehr mindestens 108 Mrd. € für die nächsten elf Jahre.

5 Fazit

Fasst man das bundesstaatliche Vorgehen zusammen, so kann festgestellt werden, dass der Bund in den kommenden elf Jahren mindestens 71 Milliarden Euro (absehbar eigentlich schon 108 Mrd. €) für den neuen Bund-Länder-Finanzpakt aufbringen muss, indem er entweder direkt „zahlt“ oder auf Einnahmen verzichtet. Daneben werden den Ländern weitere finanzielle Vorteile gewährt oder bestehende Finanzhilfen verstetigt; letztere sind im hier berechneten „Kaufpreis“ nicht berücksichtigt. Im Gegenzug dazu geben die Bundesländer, wie dargelegt, einige Rechte auf, insbesondere in der Finanzierung und Ausgestaltung der Schulinfrastruktur, d. h. in einer der letzten originären Hoheiten der Länder, der Kultushoheit.

Im Rahmen der geltenden Verfassung muss die Bundesrepublik Deutschland ein föderales System bleiben. Es stellt sich die Frage, ob der dargestellte „Deal“ ein „Ausverkauf (föderaler) Rechte“ ist? Bei einem „Gesamtkaufpreis“, der immerhin fast einem Drittel des Bundeshaushaltes 2018 entspricht, könnte durchaus der Eindruck entstehen, dass sich die Länder in ihrer Gesamtheit haben „auskaufen“ lassen. Allerdings sind die Rechtsübertragungen auf den Bund nicht im gleichen Maße zu bewerten. Vielmehr sind es folgerichtige Anpassungen der Verfassung an die Gegebenheiten.

Auch das Argument, der Bund greife jetzt zentralstaatlich in der Kultushoheit der Länder bis auf die Gemeinden durch – was als Lehre aus der Weimarer Republik und dem Dritten Reich explizit von den Vätern und Müttern des Grundgesetzes auf Herrenchiemsee ausgeschlossen wurde – muss in seiner Gänze abgelehnt werden. Es mag

der Eindruck entstehen, dass wieder einmal der Zentralstaat die Hoheit über die Köpfe der Kinder und Jugendlichen beanspruche, doch beschränkt sich die Kompetenz des Bundes nur auf die Bildungsinfrastruktur und die damit verbundenen Projekte. Dies hat zudem immer im Einvernehmen mit den betroffenen Ländern zu geschehen, sodass dieses elementare Hoheitsrecht der Länder unberührt bleibt. Damit kann nicht von einem „Ausverkauf föderaler Rechte“ gesprochen werden.

Mobility in Logistics

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Logistics

Univ.-Prof. Dr. Eric Sucky

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbes. Produktion und Logistik,
Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg,
eric.sucky@uni-bamberg.de

Der Wunsch nach individueller Mobilität und individuellem Waren- und Güterverkehr im Spannungsfeld von Zeit, Kosten und Qualität erfordert dynamische Innovationsprozesse, welche mit Blickrichtung auf die Faktoren Sicherheit, Funktionalität, Umwelt und Globalisierung neben neuen Technologien auch zukunftsweisende Logistiksysteme, Logistikkonzepte und logistische Dienstleistungen umfassen.

Das weitergehende Konzept des Supply Chain Managements beschreibt die an den Kundenbedürfnissen ausgerichtete, kooperative Planung, Steuerung und Kontrolle von produkt- oder produktgruppenbezogenen, unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit sowohl der einzelnen Supply Chain-Akteure als auch der gesamten Supply Chain zu erhöhen. Supply Chain Management umfasst dabei sowohl die zielgerichtete Gestaltung der einzelnen Supply Chain-Ebenen als auch die zielgerichtete Koordination der Prozesse in der Supply Chain. Das erfolgreiche Management unternehmensinterner als auch unternehmensübergreifender Wertschöpfungsprozesse, Wertschöpfungsketten und ganzer Wertschöpfungsnetzwerke basiert dann insbesondere auf dem zielgerichteten Einsatz von Methoden des Produktions- und Logistikmanagements sowie des Operations Research, dem Einsatz innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien sowie den Erkenntnissen des Operationsmanagements.

In dem Beitrag *Stand der empirischen Forschung im Supply Chain Management – Eine systematische Literaturanalyse* von Larissa Schneider und Eric Sucky wird der Stand der empirischen bzw. umfragebasierten Forschung zum Supply Chain Management aufgezeigt. Für den Zeitraum von 2007 bis heute konnten 25 relevante Studien identifiziert und analysiert werden. Hierbei wird auf drei Fragen fokussiert: (1) Welche empirischen Befunde zum Supply Chain Management liegen gegenwärtig vor? (2) Welche inhaltlichen, theoretischen und methodischen Schwerpunkte weisen die bisherigen empirischen Forschungen auf? (3) Welche Themen sollen in Zukunft genauer empirisch untersucht werden?

Industrie 4.0 sowie Digitalisierung stellen zwei Megatrends der vergangenen Jahre dar. In der Unternehmenspraxis sind diese besonders in der Produktion fortgeschritten. Keineswegs sind die beiden Trends auf die Fertigung beschränkt, sondern werden sich zwangsläufig auf andere Prozesse ausdehnen. Um die Vision zu verwirklichen, muss

sich die gesamte Supply Chain zu einem vernetzten Ökosystem entwickeln. Dabei spielen die Logistikprozesse eine integrale Rolle als Bindeglied zwischen den einzelnen Prozessschritten. Im Rahmen des Beitrags *Intralogistik 4.0: Die unternehmensinterne Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0* von Stefan Motschenbacher und Vanessa Felch werden die Chancen, die der Einsatz beider Trends im Rahmen der Intralogistik bieten kann, den Herausforderungen gegenübergestellt. Um die Faktoren zu identifizieren, wird zunächst der aktuelle Stand der Forschung mittels systematischer Literaturanalyse erhoben, ehe diese anschließend mit Einschätzungen aus der Praxis abgeglichen werden.

Der Beitrag *Der prozessuale und technologische Stand von Essenslieferdiensten in Deutschland – Eine explorative Studie mit zwölf Experteninterviews und zwei Time-Motion-Studien* von Julia Metz und Christian Straubert betrachtet einen Ausschnitt einer ganz speziellen Supply Chain. Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2018 bestellten 9,5 % der Deutschen mehrmals im Monat Lebensmittel nach Hause. Die Essenslieferdienste haben jedoch den Ruf, technologisch im Rückstand und prozessual unprofessionell zu sein. Dies führt angeblich oft zu langen Lieferzeiten und falsch erfüllten Lieferungen. Der Beitrag widmet sich daher den von Essenslieferdiensten verwendeten betrieblichen Prozessen und Technologien. Die Ergebnisse einer explorativen Studie bestätigen, dass die Kunden in der Tat oft lange Lieferzeiten und Falschliefereien kritisieren. Im Vergleich zwischen einem technologisch fortschrittlichen Lieferservice und einem normal ausgestatteten Lieferservice haben die Autoren eine Differenz in der durchschnittlichen Gesamterfüllungszeit von mehr als 100 % gemessen. Basierend auf der explorativen Studie leiten die Autoren mehrere Forschungsfragen ab, die zu einem effizienteren Essenslieferdienstmarkt führen könnten.

Auch der folgende Beitrag fokussiert auf die in Supply Chains eingesetzten Technologien. Bereits seit den 1980er Jahren ist der Datenaustausch zwischen Enterprise Resource Planning-Systemen via Electronic Data Interchange (EDI) ein wichtiger Bestandteil der firmenübergreifenden Kommunikation und ist zur Planung von Materialflüssen in Supply Chains längst nicht mehr wegzudenken. Die Frage ist, inwieweit sich EDI und hier insbesondere webbasiertes EDI (WebEDI) als einfach anzuwendende EDI-Form auch in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) etablieren konnte und was mögliche Hindernisse und Ablehnungsgründe dabei waren. Der Beitrag *Die Akzeptanz webbasierter EDI-Anwendungen durch kleine Unternehmen* von Andreas Ott und Alexander Dobhan untersucht deshalb die Akzeptanz insbesondere von WebEDI durch deutsche KMU in der Branche Maschinenbau.

Stand der empirischen Forschung im Supply Chain Management – Eine systematische Literaturanalyse

Larissa Schneider

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

Prof. Dr. Eric Sucky

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

1	Einleitung.....	122
2	Ergebnisse der empirischen Forschung zum SCM.....	127
3	Würdigung der Forschungsergebnisse.....	155
4	Fazit	156
5	Literaturverzeichnis	158

Abstract:

Systematic literature reviews on the empirical state of the art of research in Supply Chain Management (SCM) exist up to the year 2006. Systematic literature reviews are the basis for further studies in this area and make the work enormously easier. For this reason, empirical studies on the subject SCM starting from 2007 are compiled in this work and their content, methodology and theoretical foundations are analysed.

JEL Classification: M0, M1

Keywords: Supply Chain Management, empirische Forschung, Literaturanalyse.

1 Einleitung

In der betriebswirtschaftlichen Praxis und Forschung wurde in den 1980er Jahren ein wegweisender Trend geboren: Supply Chain Management (Sucky, 2020). Der Anstoß hierzu kam aus der betrieblichen Praxis, als die Unternehmensberater Oliver und Webber 1982 den Begriff Supply Chain Management erstmals in ihrer Publikation „Supply-chain management: logistics catches up with strategy“ explizit verwendeten. Aufgrund der Zielkonflikte zwischen Beschaffung, Produktion und Absatz proklamierten sie die Notwendigkeit eines strategischen, schnittstellenübergreifenden Logistikmanagements. Pointiert formulierte Houlihan (1985, S. 23) entsprechend: „Through our study of firms in a variety of industries [...], we found that the traditional approach of seeking trade-offs among the various conflicting objectives of key functions – purchasing, production, distribution and sales – along the supply chain no longer worked very well. We needed a new perspective and, following from it, a new approach: supply chain management.“ Mit diesen Publikationen begann eine umfassende Beschäftigung mit Supply Chain Management in der Wissenschaft, welche bis heute anhält.

Sowohl die Konzentration auf Kernkompetenzen, die Verringerung der Fertigungstiefe, kurze Produkteinführungszeiten, kurze Produktlebenszyklen als auch hohe, individualisierte Kundenerwartungen und der Wettbewerb in globalen Märkten führen zu arbeitsteiligen Wirtschaftssystemen (Chen/Paulraj, 2004). In einer arbeitsteiligen Wirtschaft agieren Unternehmen in Netzwerken, den so genannten Supply Chains. In diesen werden Güter von anderen Unternehmen als Input übernommen und zu Output transformiert, der wiederum an andere Unternehmen weitergegeben wird. Hierbei kann festgehalten werden, dass Endkunden nicht die Leistungen einzelner in einer Supply Chain agierender Unternehmen bewerten, sondern diejenige Leistung, die sich als Resultat aller in einer Supply Chain vollzogenen Wertschöpfungsprozesse ergibt (Pibernik, 2001). Dieser Umstand, den Christopher (1998) als „the new rules of competition“ bezeichnete, führte zu der Grundidee des Supply Chain Managements, wonach Wettbewerb nicht zwischen einzelnen Unternehmen stattfindet, sondern zwischen Supply Chains: „We are now entering the era of supply chain competition“ (Christopher, 1992, S. 28).

Begreifen wir eine Supply Chain (SC) als ein produktbezogenes, unternehmensübergreifendes Wertschöpfungsnetzwerk, so kann für dessen Management festgehalten werden: „Supply Chain Management beschreibt die an den Kundenbedürfnissen ausgerichtete, kooperative Planung, Steuerung und Kontrolle von produkt- oder produktgruppenbezogenen, unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit sowohl der einzelnen Supply Chain-Akteure als auch der gesamten Supply Chain zu erhöhen“ (Sucky, 2020).

1.1 Zielsetzung

Zielsetzung des vorliegenden Beitrages ist es, den Stand der empirischen bzw. umfragebasierten Forschung zum Supply Chain Management (SCM) aufzuzeigen. Analog zu Fettke (2007) wird auf drei Fragen fokussiert:

1. Welche empirischen Befunde zum Supply Chain Management liegen gegenwärtig vor?
2. Welche inhaltlichen, theoretischen und methodischen Schwerpunkte weisen die bisherigen empirischen Forschungen auf?
3. Welche Themen sollen in Zukunft genauer empirisch untersucht werden?

Fettke (2007) zeigt den empirischen Forschungsstand im Supply Chain Management bis zum Jahr 2006. Um an diese Ergebnisse anknüpfen zu können und um Überschneidungen der Ergebnisse zu vermeiden, werden für den vorliegenden Beitrag lediglich Studien herangezogen, die seit 2007 veröffentlicht wurden. Um den aktuellen Stand der empirischen Forschung im Kontext des Supply Chain Managements besser einordnen zu können, erscheint es zusätzlich sinnvoll, über die obigen Fragestellungen hinaus, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der vorliegenden Analyse zu der Arbeit von Fettke (2007) herauszuarbeiten.

1.2 Untersuchungsmethode

Zur Beantwortung der oben genannten Fragestellungen wird bewusst ein qualitativer Ansatz und keine Metastudie als Untersuchungsmethode ausgewählt. Denn während Metastudien auf eine Effektgrößeneinschätzung fokussieren, zielt der vorliegende Beitrag auf die Herausarbeitung der in empirischen Untersuchungen gesetzten inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte. Des Weiteren soll ein möglichst umfassender Überblick über empirische Studien zum Supply Chain Management gegeben werden. Metaanalysen sind hier häufig nicht umfassend, da Arbeiten auf Grund kleiner Grundgesamtheit oder fehlender Daten ausgeschlossen werden (Durst/Sucky, 2010).

Es existieren verschiedene Arten von Literaturanalysen. Diese sind zwar nicht überschneidungsfrei einzuordnen, können aber dennoch in bestimmte Kategorien gegliedert werden (von Deimling, 2019). Aus methodischer Sicht führt der hier vorliegende Beitrag ein Review bzw. eine empirische Literatanalyse durch. Diese Form zeichnet sich dadurch aus, dass sie sich ausschließlich mit Ergebnissen empirischer Studien auseinandersetzt, welche sich mit einer oder mehreren ähnlichen Forschungsfragen beschäftigen (Fettke, 2007; Cooper, 1988; von Deimling, 2019). Im Review werden dabei keinerlei neue Erkenntnisse zur Fragestellung erarbeitet (Schewe/Nienaber, 2011). Die Erkenntnisse werden lediglich kritisch auf deren Belastbarkeit und Generalisierbarkeit geprüft. Ein weiteres Ziel ist es, die Eigenschaften der empirischen

Untersuchungen auch theoretisch und methodisch zu untersuchen und zu interpretieren. Diese Vorgehensweise zeichnet sich durch sechs Phasen aus (Cooper/Hedges, 2009):

1. *Problemformulierung*: In der ersten Phase werden die relevanten Forschungsfragen formuliert. Dabei sind diese so präzise zu formulieren, dass deutlich wird, welche Ergebnisse hierfür relevant bzw. irrelevant sind.
2. *Literatursuche*: Ziel dieser Phase ist es, geeignete Literatur zu finden, welche auf die definierten Forschungsfragen Antworten finden. Von Bedeutung ist unterdessen, die relevanten Datenbanken zu nutzen und geeignete Suchbegriffe zu definieren.
3. *Literaturauswertung*: Hierbei ist substanziell, dass die gefundene Literatur dahingehend bearbeitet wird, dass Kriterien identifiziert und angewendet werden, welche relevante Literatur von irrelevanter Literatur unterscheidet.
4. *Literaturanalyse*: In dieser Phase werden Prozesse bzw. Kategorien festgelegt, die die vorhandene Literatur zusammenfassen. Somit werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ergebnisse festgestellt und können im Folgenden interpretiert werden. Bedeutend ist, diese Kategorien so festzulegen, dass sie auf die definierten Forschungsfragen Anwendung finden.
5. *Interpretation der Literatur*: Zweck dieser Phase ist es, die vorliegenden Ergebnisse zu interpretieren und Schlussfolgerungen daraus abzuleiten.
6. *Präsentation der Ergebnisse*: Die wichtigsten Ergebnisse werden in einer entsprechenden Form zur Verfügung gestellt.

1.3 Aufbau der Untersuchung

Im weiteren Verlauf werden nun die sechs Phasen auf die vorliegende systematische Literaturanalyse zum empirischen Forschungsstand im Supply Chain Management angewendet, wobei die erste Phase in Abschnitt 1.1 bereits behandelt wurde. Die zweite Phase der empirischen Literaturanalyse ist die Literatursuche. Wie bereits im Titel des vorliegenden Beitrags deutlich wird, handelt es sich hierbei um eine systematische Literaturanalyse. Durch die Zusammenfassung der Erkenntnisse und deren Neuinterpretation, hat diese Form der Analyse in der Betriebswirtschaftslehre eine hohe Akzeptanz vorzuweisen (Eisend, 2014). Das Ziel der systematischen Literaturanalyse ist, den aktuellen Forschungsstand eines Themas zu beleuchten. Um den Grundpfeiler dieser Art von Analyse gewährleisten zu können, ist es essenziell, die Vorgehensweise genau zu erläutern. Der Grundpfeiler ist die Replizierbarkeit, d. h. dass zu jedem Zeitpunkt durch eine gleiche Vorgehensweise bei der Literaturanalyse die gleichen Erkenntnisse gewonnen werden. Das kann nur gewährleistet werden,

wenn wie oben bereits erwähnt, zum einen die Methode genau nachvollziehbar ist und zum anderen subjektive Entscheidungen und Zufälle durch die besagte Vorgehensweise ausgeschlossen werden können. Den ersten Schritt hierfür stellt die Auswahl geeigneter Datenbanken für die entsprechende Literatursuche dar. Dabei wird auf einschlägige Datenbanken wie EBSCO, Econ Lit, Nexis Uni, Wiso, Abi Inform global und den Katalog der Bibliothek der Universität Bamberg zurückgegriffen. Im zweiten Schritt folgt die Auswahl der Suchbegriffe. Dabei werden im ersten Anlauf die Begriffe „Supply Chain Management“, „SCM“, „empirisch“, „empirical“ und „empirical research“ verwendet. Da die erste Suche nicht die gewünschte Masse und Qualität der Literatur hervorbringt, werden die gesuchten Begriffe um weitere Schlagwörter zum vorliegenden Thema erweitert. Letztlich werden, immer in Bezug zu „Supply Chain Management“ und „SCM“, die Begriffe „Studie“, „research study“ und „Forschung“ zusätzlich verwendet.

Im nächsten Schritt, der Literaturlauswertung, wird der Zeitraum aller Quellen auf Veröffentlichungen ab 2007 eingeschränkt, da der Zeitraum bis 2007 bereits durch die Analyse von Fettke (2007) abgedeckt ist. Ferner werden die Ergebnisse auf die deutsche und englische Sprache eingeschränkt. Nur Quellen, welche die gesuchten Begrifflichkeiten bereits im Titel oder im Abstract vorweisen und zudem einen klaren Bezug zum Supply Chain Management aufweisen, werden für die weitere Analyse in Betracht gezogen. Nach diesen Einschränkungen werden 51 Ergebnisse für die weitere Bearbeitung berücksichtigt.

Für die vierte Phase, der Literaturlausanalyse, werden die vorliegenden 51 Studien anhand der Abstracts auf deren Anwendbarkeit für die definierten Forschungsfragen geprüft. Dabei wird für alle Studien ein relevanter Zusammenhang zum Thema festgestellt. Im weiteren Verlauf der Analyse werden die Studien anhand der jeweiligen Forschungsfragen und Hypothesen genauer analysiert. Da ein Ziel dieses Beitrags ist, an die Literaturlausanalyse von Fettke (2007) anzuschließen, wird dessen Kategorisierung zu Grunde gelegt. Lediglich in besonderen Fällen wird von dieser abgewichen. Dies wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels genauer erläutert. Es ergeben sich dann aus 51 Studien 25 verbleibende mit zur Thematik passenden Ergebnissen. Die ausgeschlossenen 26 Studien passen zwar vom Themenfeld, behandeln bzw. untersuchen jedoch in ihren Fragestellungen Themen, welche nicht der vorgesehenen Kategorisierung entsprechen.

Im weiteren Verlauf der vierten Phase erfolgt nun die genaue Analyse dieser 25 Studien. Anhand der konkreten Fragestellungen und Hypothesen, die diese Studien ausweisen, wird eine Übersicht erstellt, welche die Einteilung in die Kategorien ermöglicht. Die folgende Tabelle 1 stellt gegenüber, welche Kategorien im Vergleich zu der

Arbeit von Fettke (2007) auch in dieser Arbeit realisiert werden können und auf welche Alternativen ausgewichen wird. Es zeigt sich, dass die Analyse von Fettke (2007) anhand von 9 Kategorien durchgeführt wird, welche sich am Konzept des SCM nach Handfield/Nichols (1999) orientieren. Da diese Kategorisierung jedoch nicht mit der zu Grunde gelegten SCM-Definition einhergeht, werden die Kategorien nicht anhand dieses Handlungsrahmens gruppiert.

Kategorisierung nach Fettke (2007)	Kategorisierung des vorliegenden Beitrags
Verständnis des SCM	Verständnis von SCM
Verbreitung des SCM	-
-	Bedeutung des SCM für die Praxis
Ziele des SCM	Ziele, die durch ein erfolgreiches SCM erreicht werden
Wettbewerbsvorteile	Wettbewerbsvorteile durch SCM
Beziehungsentwicklung	Beziehungen innerhalb der SC
Supply Chain Design	-
Konzepte der Materialflussgestaltung	-
Information und Koordination	Informationsaustausch innerhalb der SC
Einsatz von Informationstechnik	Einsatz von IT im SCM
-	Hindernisse und Trends im SCM

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Kategorien

Auch wird deutlich, dass nicht alle Kategorien von Fettke (2007) übernommen werden können. Das liegt zum einen daran, dass das SCM in der Praxis nun bereits weit verbreitet ist. Das heißt, dass der Großteil der Studien voraussetzt, dass SCM in Unternehmen implementiert ist. Anstatt der Kategorie „Verbreitung des SCM“ wird auf die Kategorie „Bedeutung des SCM für die Praxis“ zurückgegriffen, da diese Fragestellung als zum erreichten Entwicklungsstand passend erscheint. Die Kategorie „Beziehungsentwicklung“ wird umfassender, als „Beziehungen innerhalb der SC“ formuliert, um nicht nur auf die Entwicklung, sondern auch auf bestehende Beziehungen, die damit verbundenen Vor- und Nachteile und die Komplexität dieser, eingehen zu können.

Die Kategorien „Supply Chain Design“ und „Konzepte der Materialflussgestaltung“ aus Fettke (2007) werden nicht weiter aufgenommen, da in keiner der 25 Studien Ergebnisse dazu vorliegen. Dies macht zusätzlich deutlich, dass es sich bei der heutigen Anschauung des SCM um eine andere handelt. Verschiedene Supply Chain Strukturen scheinen nicht mehr ausschlaggebend für einen Erfolg zu sein. Auch die Materialflussgestaltung scheint einen untergeordneten Stellenwert zu haben, denn die vorliegenden Studien konzentrierten sich bei der Analyse eher auf den Austausch von Informationen. Andererseits gibt es Studien, die sich mit dem Thema der Hindernisse

und der Schranken für die Umsetzung eines SCM beschäftigen, weshalb diese Kategorie zusätzlich zu den bestehenden 7 Kategorien aufgenommen wird. Erweitert werden sie durch die Trends im SCM, bzw. die Trends, welche von außen auf das SCM einwirken. Aufgrund der auffallend häufig gewonnenen Erkenntnisse erscheint dieses Thema als relevant für die Praxis.

Die fünfte Phase erfolgt innerhalb der jeweiligen Teilabschnitte der Kategorisierung. Die sechste Phase und damit die Veröffentlichung der Ergebnisse, erfolgt im Rahmen des vorliegenden Beitrags.

2 Ergebnisse der empirischen Forschung zum SCM

2.1 Verständnis von SCM

Es kann festgestellt werden, dass den betrachteten Studien keine einheitliche Definition von SCM zu Grunde liegt. Während in 15 der analysierten 25 Studien gar keine Definition für das Supply Chain Management genannt wird, orientieren sich die restlichen 10 Studien an verschiedenen Definitionsansätzen. Heide et al. (2008) folgen der Definition von Cooper/Ellram (1990) und stellen somit fest, dass SCM eine integrative Philosophie ist, welche den Materialfluss vom Lieferanten bis zum Endkunden steuert. Khan et al. (2009) folgen der Definition von Cooper et al. (1997), wonach SCM als revolutionierende Philosophie beschrieben wird, die die Kompetenzen und Performance aller Beteiligten einer SC beeinflusst. Hong et al. (2010) und Kraegpoth et al. (2017) wählen die Definition von Lambert/Cooper (2000), wonach die Verantwortung des SCM auf alle Prozesse ausgedehnt wird. Informationsflüsse, Produktflüsse und Geschäftsprozesse werden durch das SCM gesteuert.

Jraisat/Sawalha (2013) definieren SCM als Funktion, welche den Transport und die Lagerung von Materialien vom Urlieferanten bis zum Kunden regelt. Die Prozesse sollen dabei so ausgeführt werden, dass die Kundenbedürfnisse befriedigt werden können. SCM verbindet das Management von Produkten, Informationen und Beziehungen. Ähnlich wird SCM auch von Spaho/Mitre (2012) definiert. Diese erweitern ihre Definition jedoch um die Ziele des SCM. Es sollen durch eine gemeinsame Gestaltung der Prozesse bei unregelmäßiger Nachfrage auch die Kosten gesenkt und der Kundenservice verbessert werden.

Dath et al. (2010) definieren SCM als kundenorientiertes Wertschöpfungskettenmanagement, das neben Effizienzverbesserungen auch die Bedeutung der Verbraucherbedürfnisse erkennt und versucht, die Feinheiten des Verbraucherwerts als Differenzierungsquelle in der Lieferkette zu erfassen. Auch Roos (2014) verallgemeinert SCM als Koordination und operative Ausübung der Aktivitäten innerhalb und außerhalb eines Unternehmens und setzt dabei das Ziel des SCM fest, die Leistungsfähigkeit aller Beteiligten zu verbessern. González-Gallego et al. (2015) definieren SCM

als Kunst und Wissenschaft. In deren Arbeit wird hauptsächlich auf eine Beziehungsentwicklung zwischen den SC-Partnern eingegangen, mit dem vorrangigen Ziel, die Waren in der richtigen Menge, zur richtigen Zeit, an den richtigen Kunden zu liefern.

Es erscheint wichtig und interessant, die verschiedenen Ansichten bezüglich SCM näher zu beleuchten. Anhand der Ergebnisse, welche durch die Analyse der Studien entstehen, wird im Weiteren insbesondere auf die eigene Definition der jeweiligen Studienteilnehmer eingegangen. Schulze (2009) befragt in seiner Studie 24 Vertreter von Industrie- und Handelsunternehmen und Logistik- und IT-Dienstleistern. Die Antwortrate beläuft sich dabei auf 67 %, wodurch 16 Interviews zustande kommen. Als Ergebnis geht daraus hervor, dass 12 % der Befragten den Begriff des Supply Chain Managements mit der Logistik als Querschnittsfunktion verbinden. Die Querschnittsfunktion kann in diesem Zusammenhang als „bereichsübergreifende Gesamtsteuerung“ (Schulze, 2009, S. 24) interpretiert werden. Das heißt diese wird als eigener Unternehmensbereich angesehen, der nicht nur den Vertrieb, die Beschaffung und die Produktion koordiniert, sondern sich auch darüber hinaus mit dem Material- und Warenfluss beschäftigt. Damit gehört nicht mehr nur die Gestaltung der logistischen Prozesse dazu, sondern auch die Abstimmung der einzelnen Unternehmensbereiche. 50 % der Befragten gehen eine Stufe weiter und verbinden Supply Chain Management mit der Logistik der 3. Stufe, der flussorientierten Führungsfunktion. Bei der Logistik als Querschnittsfunktion wird zwar versucht, durch eine Steuerung der Teilbereiche ein Gesamtoptimum zu erreichen, allerdings sind diese Teilbereiche unabhängig voneinander. Bei der 3. Stufe, der flussorientierten Führungsfunktion, ist dies nicht mehr der Fall. Das Denken in Unternehmen hat sich zu einem prozessorientierten Denken entwickelt, welches sich mit der Steuerung der kompletten Wertschöpfung innerhalb eines Unternehmens auseinandersetzt. 32 % der Befragten verknüpfen den Begriff mit der Logistik der 4. Stufe, das heißt der Führungsfunktion von ganzen, unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten. Dieser Begriff wird von Schulze (2009) mit dem eigentlichen Begriff des SCM gleichgesetzt. Die Antwortmöglichkeit, dass SCM mit der Logistik als Dienstleistungsfunktion (1. Stufe) verknüpft wird, wird von keinem der Befragten bejaht. Die Logistik der 1. Stufe beschäftigt sich lediglich mit der Gestaltung der TUL-Prozesse (Transport-, Umschlag-, Lager-Prozesse). 6 % der Beteiligten enthielten sich bei dieser Frage. Es wird also deutlich, dass die Mehrheit das Supply Chain Management eher mit der Logistik der 3. Stufe verbinden obwohl die Logistik als flussorientierte Führungsfunktion nicht mit einem SCM gleichzusetzen ist. Wie oben bereits erwähnt, werden lediglich die Prozesse innerhalb eines Unternehmens betrachtet, auf das komplette Wertschöpfungsnetzwerk wird das Management noch nicht umgesetzt. Eine relative große Menge sieht SCM als die Logistik der 4. Stufe und schließt sich damit der Meinung von Schulze (2009) an.

Die Studie von Spaho/Mitre (2012) macht deutlich, dass Supply Chain Management hauptsächlich aus der Integration, Koordination, Entwicklung und dem Informationsaustausch besteht. Diese 4 Faktoren beschreiben, laut dieser Studie, 71,2 % der Varianz des SCM. Befragt werden dabei 270 Topmanager, Führungskräfte und Manager von Herstellungs- und Handelsunternehmen in Albanien. Die Antwortrate beträgt 29 %, das heißt es werden 78 vollständige Fragebögen ausgewertet.

2.2 Bedeutung des SCM für die Praxis

In den analysierten Studien wird lediglich in einer einzigen auf die Verbreitung des SCM eingegangen. Auffallend ist dabei, dass Fettke (2007) hierzu noch 13 Studien analysiert. Dies hat zum einen den Grund, dass in den hier betrachteten Studien oftmals ausschließlich Unternehmen in Frage kamen, die eine eigene SCM-Abteilung unterhalten bzw. mindestens einen zuständigen Mitarbeiter in diesem Bereich beschäftigen. Somit wird die Frage nach der Verbreitung des SCM im jeweiligen Unternehmen hinfällig (Roos, 2014). Zum anderen kann der Grund genannt werden, dass sich das Supply Chain Management in den letzten Jahren stark in der Praxis etablierte. Noch im Jahr 2007 wird durch Huber/Sweeney festgestellt, dass nur 25 % der Unternehmen ein Supply Chain Management haben. Von diesen 25 % haben zwar alle ein SCM, viele davon haben es aber in so geringer Weise etabliert, dass sie es in die tägliche Arbeit nicht integriert haben. Laut der Studie von Roos (2014) haben von 355 produzierenden Unternehmen im Bereich Automobil, Bau, Chemie, Industrie, Konsumgüter, Nahrungsmittel, Pharma & Gesundheit und Technologie, lediglich 38 keine SCM-/Logistik Abteilung. In diesen 10,7 % sind jedoch auch Unternehmen aufgelistet, welche ihre SCM-Tätigkeiten komplett ausgelagert haben. Um die Bedeutung des SCM für die Praxis zu beurteilen, werden die Ergebnisse auf folgende Fragen hin untersucht:

- a) Wer ist im Unternehmen für das Supply Chain Management verantwortlich?
- b) In welcher Hierarchieebene liegt die höchste Verantwortung für das SCM?

ad a) Huber/Sweeney (2007) stellen in ihrer empirischen Forschung fest, dass 9 % der irischen Unternehmen einen spezialisierten Supply Chain-Manager oder Logistik-Manager beschäftigen. In 54,4 % der Fälle ist für diesen Geschäftsbereich jedoch der Managing Director zuständig. 24,1 % der Unternehmen haben diesen Aufgabenbereich einem anderen Manager zugeteilt. Bei 7,3 % der Unternehmen übernehmen andere die Aufgaben und 5,5 % der Befragten wissen nicht, wer für das Supply Chain Management zuständig ist. Diese Ergebnisse stammen aus einer Studie mit 1.655 Unternehmen, welche in Irland tätig sind. Die Antwortrate der Untersuchung liegt bei 47 %. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass im Großteil der befragten Unternehmen ein Mitarbeiter einer hohen Verantwortungsstufe für das SCM zuständig ist. Dies zeigt die Bedeutung des SCM für die Unternehmen.

ad b) Auch anhand der Hierarchieebene, in der die Entscheidungen bezüglich des SCM getroffen werden, kann festgestellt werden, wie wichtig dieser Bereich für den Unternehmenserfolg ist (vgl. Tabelle 2).

Die Ergebnisse der Studien von Roos (2014) und Heide et al. (2008) zeigen, dass der Großteil der befragten Unternehmen das Supply Chain Management als einen sehr wichtigen Bestandteil des Unternehmenserfolgs sehen. Auch deshalb werden die Entscheidungen durch hohe Entscheidungsträger ausgeführt oder abgesegnet. Durch die Studie von Heide et al. (2008) wird außerdem deutlich, dass ein großer Teil der Unternehmen die Wichtigkeit des SCM als mittel bis hoch einstufen, was die vorherige Aussage und Schlussfolgerung der Ergebnisse noch weiter bekräftigt.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Roos (2014)	203 börsennotierte, deutsche Unternehmen. Fragebogen wurde an SC-Manager/Logistikmanager geschickt. 109 brauchbare Antworten, Antwortrate: 54 %	<ul style="list-style-type: none"> - 33,9 % Vorstand/Geschäftsführung - 33,9 % Geschäftsbereichsleitung - 22 % Bereichsleitung - 9,4 % Abteilungsleitung - 0,9 % keine Angaben
Heide et al. (2008)	838 Unternehmen in Norwegen, 182 brauchbare Antworten, Antwortrate: 21,7 % + 18 zusätzliche Antworten	<ul style="list-style-type: none"> - 70 % der SCM-Manager sind Bestandteil des Topmanagement-Teams - 63 % der SCM-Manager berichten dem CEO - 90 % der Unternehmen sehen die Wichtigkeit des SCM als mittel bis hoch an

Tabelle 2: Hierarchieebenen für Entscheidungen im SCM

2.3 Ziele, die durch SCM erreicht werden sollen

Der Großteil der befragten Unternehmen will gemäß der Studie von Spaho/Mitre (2012) seine Umsatzrendite durch Supply Chain Management erhöhen. Außerdem sehen die Unternehmen die Möglichkeit, durch SCM einen Schritt weiterzugehen, nämlich die internen Vorgänge zu verbessern. So sollen der Bestellzyklus verkürzt, die Lagerbestände reduziert und der Lieferprozess schneller durchgeführt werden. In der Studie von Kraegpoth et al. (2017) werden die Ziele eher als ein besserer Umgang mit verschiedensten Problemen gesehen. So soll durch das SCM, wie beide Studien bestätigen, auf Veränderungen am Markt besser eingegangen werden. Aus diesem besseren Umgang resultieren steigende Umsatzrenditen und eine Gewinnsteigerung.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Spaho/Mitre (2012)	270 Fragebögen an Topmanager, Führungskräfte und Manager von Herstellungs- und Handelsunternehmen, 78 brauchbare Antworten, Antwortrate: 29 %	Unternehmen sehen diese Faktoren als Ziele des SCM: <ul style="list-style-type: none"> - 85 % Steigerung der Umsatzrendite - 56 % Gewinnsteigerung - 49 % Kundenstammerweiterung - 39,5 % Verkürzung des Bestellzyklus - 30% Steigerung der pünktlichen Lieferung - 25% Reduzierung der Bestände
Kraegpoth et al. (2017)	30 Praktiker, 4 Berater und 5 Professoren	Treiber für das SCM: <ul style="list-style-type: none"> - Architektonische Treiber: Lieferzuverlässigkeit erhöhen, Auswahl der richtigen SC ermöglichen, Reduzierung der Komplexität - Kundendynamische Treiber: besserer Umgang mit der Veränderung der Nachfrage nach Vorlaufzeit, der Kundenanforderungen und den Kundenerwartungen - Dynamische Wettbewerbstreiber: besserer Umgang mit den Veränderungen der Marktdynamik und dem verstärkten Wettbewerb - Anpassungsfähige Treiber: besserer Umgang mit den Veränderungen der Nachfrage in Bezug auf Agilität und Kapazität - Finanzielle Treiber: Kostenreduktion und Wachstum

Tabelle 3: Ziele des Supply Chain Managements

2.4 Beziehungen innerhalb der Supply Chain

Ein erfolgreiches Supply Chain Management bedarf einer gewissen Pflege der Beziehungen entlang bzw. innerhalb der Supply Chain. Nur wenn diese Beziehungen reibungslos funktionieren, kann auch die Zusammenarbeit in einem erfolgreichen Ausmaß stattfinden. Die Recherche innerhalb dieser Kategorie führt zu folgenden Fragestellungen:

- a) Zu welchen Unternehmen in der SC werden Beziehungen gepflegt?
- b) Wie komplex sind diese Beziehungen?
- c) Wie wirken sich verschiedene Arten von Beziehungen auf den Unternehmenserfolg aus?

ad a) Es zeigt sich (Tabelle 4), dass Beziehungen lediglich zu SC-Partnern auf der vorangehenden und der nachfolgenden SC-Stufe gepflegt werden. Es gibt keine Ergebnisse, die auch eine Beziehungsentwicklung über diese Stufen hinaus zeigen. Sundram et al. (2011) definieren in ihrer Studie die Supply Chain Performance als einen

Zusammenschluss von Umsatzwachstum, Kalkulationsgenauigkeit und der Koordination zwischen Abteilungen, Lieferanten und Kunden. Auffallend ist hierbei, dass die Studie von Sundram et al. (2011) nicht bestätigen kann, dass sich eine Kundenbeziehung positiv auf die Supply Chain Performance auswirkt.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Spaho/Mitre (2012)	270 Fragebögen an Topmanager, Führungskräfte und Manager von Herstellungs- und Handelsunternehmen, 78 brauchbare Antworten, Antwortrate: 29 %	<ul style="list-style-type: none"> - 73 % haben eine enge Beziehung zu Lieferanten - 64 % haben eine enge Beziehung zu Kunden
Sundram et al. (2011)	600 Elektrounternehmen in Malaysia, 110 brauchbare Antworten, Antwortrate: 18 %	<ul style="list-style-type: none"> - Eine strategische Lieferantenbeziehung hat einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance - Es wird nicht bestätigt, dass eine Kundenbeziehung einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance hat

Tabelle 4: Beziehungen in der Supply Chain

ad b) Es kann festgestellt werden, dass durch die Globalisierung und die höhere Individualisierung der Produkte auch die Komplexität der Lieferantenbeziehungen steigt. Dies hat eine höhere Vielschichtigkeit innerhalb der Beziehung zur Folge (Tabelle 5). Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Hälfte der deutschen, börsennotierten Unternehmen über 5.000 Lieferanten haben. Diese stammen meist aus 50 oder mehr Ländern (Harms et al., 2013). Dadurch werden die Beziehungen in Unternehmen äußerst komplex. Ein weiterer Grund für diese Komplexität sind die verschiedenen Voraussetzungen, welche in den Ländern herrschen; wie zum Beispiel die unterschiedlichen politischen Bedingungen oder die Schwierigkeiten, welche durch eine geringe Währungsstabilität entstehen.

ad c) Nachdem in a) dargestellt wird, zu wem Beziehungen in der Supply Chain gepflegt werden und in b) aufgezeigt wird, wie komplex diese Beziehungen sind, werden in c) nun die verschiedenen Arten einer Beziehung dargestellt. Außerdem werden die Auswirkungen auf das SCM erläutert (Tabelle 6).

Olorunniwo/Li (2010) wählen als Faktoren für die Rückwärtslogistik-Performance eine schnelle RMA (Return Material Authorization), eine effektive Integration in die gesamte Lieferkette und eine effiziente Produktverfolgung. Die Supply Chain Performance (SCP) wird dabei von Odongo et al. (2016) wie folgt definiert: SCP ist eine operative Maßeinheit, die sich durch die Teilnahme an einer Lieferkette für deren Mitglieder und die komplette Supply Chain verbessert. Diese Maßeinheit wird anhand von vier Kriterien messbar gemacht. Es handelt sich dabei um die Effizienz, die

Reaktionsfähigkeit, die Qualität und das Gleichgewicht innerhalb einer SC. Effizienz wird dabei als Maß definiert, wie gut Ressourcen genutzt werden. Dieses Maß beinhaltet den Gewinn und die Logistikkosten eines Unternehmens. Reaktionsfähigkeit wird als Maßeinheit beschrieben, welche die Geschwindigkeit ausdrückt, die benötigt wird, um die angeforderten Produkte bereitzustellen.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Harms et al. (2013)	50 große und 30 mittelgroße Unternehmen, welche an der deutschen Börse gelistet sind. 32 brauchbare Antworten, Antwortrate: 44 %	<ul style="list-style-type: none"> - Große, deutsche, börsennotierte Unternehmen haben viele Lieferanten: 53 % mehr als 5.000 Lieferanten, 25 % zwischen 1.000 und 5.000 Lieferanten - Unternehmen haben Lieferanten aus vielen verschiedenen Ländern: 47 % der Unternehmen beziehen ihre Waren aus 50 oder mehr Ländern - durch die Varianz der Lieferanten sind die Beziehungen bei 50 % der Unternehmen komplex, bei 31% sehr komplex
Hansen et al. (2011)	72 DAX- und MDAX-Unternehmen, 32 brauchbare Antworten, Antwortrate: 45 %	<p>Gründe für eine hohe Komplexität in Lieferantenbeziehungen (Werte sind Durchschnittswerte der DAX- und MDAX-Unternehmen):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 69,5 % Lieferantenauswahl - 63 % Kontrollmöglichkeiten vor Ort - 54 % Vertragsgestaltung - 56,5 % Kulturunterschiede - 41,5 % Politische Bedingungen - 46,5 % Geringe Währungsstabilität

Tabelle 5: Komplexität der Beziehungen in Supply Chains

Diese wird anhand der Vorlaufzeit, also der Zeit zwischen dem Senden bzw. Abrufen einer Anfrage und der Lieferung des gewünschten Produkts und der Beschwerden der Kunden über die Produkte, gemessen. Qualität setzt sich, laut dieser Studie, aus der Produkt- und der Prozessqualität zusammen, wobei die Sicherheit und die Attraktivität die Produktqualität ausmachen und die Prozessqualität durch die Umweltfreundlichkeit gemessen wird. Das Gleichgewicht einer Supply Chain definieren Odongo et al. (2016) als die gleichmäßige Verteilung der Risiken und des Nutzens. Außerdem wird das Gleichgewicht der SC durch das Verständnis der Lieferkette beeinflusst. Es ist dabei besonders wichtig, dass sich die Mitglieder der SC über die Produkte, Prozesse, Rollen und Verantwortungen der jeweils anderen Teilnehmer bewusst sind. Zusammenfassend kann über die Art der Beziehungen festgestellt werden, dass sich vor allem Zusammenarbeit mit den Teilnehmern positiv auf den Unternehmenserfolg auswirkt. Zusammenarbeit wird hierbei vorrangig als Austausch bestehender Informationen gesehen (Olorunniwo/Li, 2010). Außerdem lässt sich sagen, dass sowohl gegenseitiges Vertrauen als auch gegenseitige Abhängigkeit positiv für die SC gesehen werden.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Olorunniwo/Li (2010)	594 Unternehmen, 57 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 % + 8 weitere Antwortbögen durch persönliche Ansprache bei Veranstaltung -> 65 brauchbare Antworten	Zusammenarbeit führte zu einer besseren Rückwärtslogistik-Performance
Odongo et al. (2016)	150 Interviewpartner (50 Unternehmen der Maisindustrie wurden nach deren Lieferanten und Kunden befragt, welche dann auch interviewt wurden)	<ul style="list-style-type: none"> - Vertrauen beeinflusst die Supply Chain Performance positiv - Zusammenarbeit beeinflusst die Supply Chain Performance positiv - „Macht durch Bestrafung“ beeinflusst die Supply Chain Performance negativ - Keine „Macht durch Bestrafung“ beeinflusst die Supply Chain Performance positiv - Abhängigkeit beeinflusst die Supply Chain Performance positiv - Es wird nicht bestätigt, dass Konflikte die Supply Chain Performance negativ beeinflussen

Tabelle 6: Verschiedene Arten von Beziehungen und deren Auswirkung

2.5 Einsatz von IT im SCM

Um SCM erfolgreich zu implementieren, ist es von großer Bedeutung, die passende Informationstechnologie (IT) zu nutzen. Wie im vorherigen Kapitel dargestellt wird, sind die Beziehungen innerhalb einer SC sehr komplex (Schulze, 2009). Um mit den Teilnehmern in teilweise verschiedenen Ländern alle Informationen zuverlässig und unkompliziert austauschen zu können, bedarf es eines allumfassenden Informations- und Kommunikationssystems (Situm/Noppinger, 2019). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie beantworten dabei folgende Fragestellungen:

- a) Wie wichtig sind IT-Lösungen für das SCM?
- b) Wie ist der aktuelle Umsetzungsgrad der Digitalisierung im SCM?
- c) Welche Technologien werden im SCM eingesetzt?

ad a) Schulze (2009) definiert die sechs Arten des Nutzens der IT für das SCM:

Nutzenwirkung auf SCM-Prozesse: Es findet eine Gegenüberstellung der direkten und indirekten Kosten für Investitionen im IT-Bereich statt, mit dem Nutzen, durch den Einsatz dieser Neuerungen im Bereich der Führungs- und Ausführungsprozesse, Sparpotential hinsichtlich der Zeit, Kosten und der Qualität zu erlangen.

Nutzenwirkung auf Ressourcennutzung: Als Ressource werden in diesem Zusammenhang sowohl das Personal als auch die Materialien bezeichnet, welche zur Herstellung der Produkte benötigt werden. Es wird dabei aufgerechnet, in wie weit die Bereitstellung einer IT-Lösung zum effizienteren Verbrauch beiträgt.

Nutzenwirkung auf Leistungsangebot: Das Leistungsangebot ist die Kombination aus den Einkaufspreisen der Vorprodukte und der Produktionsprozesse. Durch Einsatz von IT-Lösungen im SCM kann dies Auswirkungen auf die Verringerung der Preise und die Optimierung der Prozesse der Produktion haben.

Nutzenwirkung auf Koordinationseffizienz: In einer erfolgreichen Supply Chain ist die Koordination zwischen den Teilnehmern sehr wichtig. Wie reibungslos diese durch IT-Einsatz untereinander funktioniert, beeinflusst die Koordinationseffizienz in erheblichem Maße.

Nutzenwirkung auf Akteure: Durch den Einsatz von IT kann die Wissensbasis und die Kompetenz der Mitarbeiter, welche hierbei als Akteure bezeichnet werden, erweitert werden.

Strategische Nutzenwirkung: Hier wird zwischen der Wirkung auf den Markt, welcher durch bessere Auskünfte, stärkere Kundenbindung und ein besseres Image beeinflusst wird und der Neuerschaffung strategischer Fähigkeiten unterschieden. Diese können zum einen eine bessere Wettbewerbsstrategie, als auch der bessere Umgang mit Eintrittsbarrieren sein.

Der Großteil der Unternehmen sieht es als sehr wichtig an, das Supply Chain Management digital zu unterlegen. Auffallend ist dabei auch, dass in der Studie von Situm/Noppinger (2019) immer noch angegeben wird, dass die Digitalisierung im SCM als zunehmend wichtig erscheint. Wie im späteren Verlauf der Arbeit deutlich wird, haben sich noch nicht alle Unternehmen ausreichend mit dem Thema beschäftigt und die nötigen Vorkehrungen für eine IT-Implementierung des SCM getroffen. Trotzdem werden IT-Lösungen als „Enabler“ des SCM gesehen. Zusätzlich werden die entsprechenden Möglichkeiten, den Unternehmenserfolg zu stärken, durch den Einsatz verschiedenster IT-Systeme gefördert. Vor allem auf die Prozesse, die Ressourcen und das Angebot hat der Einsatz von IT im Unternehmen positive Auswirkungen.

ad b) Informationstechnologien können nur sinnvoll eingesetzt werden, wenn sowohl das Unternehmen als auch die anderen SC-Akteure mit diesen Technologien arbeiten können. Dafür ist ein gewisser Umsetzungsgrad vonnöten (vgl. Tabelle 8). Zusammenfassend lässt sich zum Umsetzungsgrad der IT-Lösungen im Supply Chain Management feststellen, dass über 40 % der Unternehmen die Digitalisierung in diesem Bereich noch nicht in Angriff genommen haben bzw. es einzelnen Unternehmen derart unwichtig erscheint, dass die befragten Mitarbeiter darüber keine Kenntnis haben.

84 Befragte (der 196 Teilnehmer) haben immerhin schon Digitalisierungsmaßnahmen angestoßen bzw. sind 6 der teilnehmenden Unternehmen hochgradig digitalisiert. Die Gründe, warum in diesem Bereich noch nichts unternommen wurde, sind vielfältig. Hauptgrund scheint dabei die Umstellung der kompletten IT und der damit verbundene Kostenaufwand zu sein. Zusätzlich herrscht in diesem Bereich ein Fachkräftemangel, sodass die Unternehmen nicht auf qualifizierte Mitarbeiter zurückgreifen können.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Situm/ Noppinger (2019)	26.768 Unternehmen der Branchen Handel und Industrie gemäß Klassifikation des ÖNAC 2008 (Klassen C und G), 197 brauchbare Antworten	Digitale Transformation in der Supply Chain ist: - 40,61 % zunehmend wichtig - 19,29 % absolut wichtig Die Größe der Unternehmen spielt dabei keine Rolle.
Olorunniwo/Li (2010)	594 Unternehmen, 57 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 % + 8 weitere Antwortbögen durch persönliche Ansprache bei Veranstaltung, -> 65 brauchbare Antworten	Adaption und Nutzung eines besonderen IT-Typen hat keine unterschiedlichen Auswirkungen auf die Rückwärtslogistik-Performance.
Schulze (2009)	24 Unternehmen, 16 brauchbare Interviews, Antwortrate: 67 %	Rolle der IT in der Entwicklung und Umsetzung von SCM-Konzepten: 12 % sehen die IT als Treiber für die Entwicklung des SCM, 69 % als Enabler (Möglichmacher) für SCM-Konzepte und 19 % sehen die IT als eines von verschiedenen Werkzeugen. Nutzen im SCM, der durch IT-Einsatz ermöglicht wird. Es wurden dazu alle 16 Interviewteilnehmer befragt. Die Antwortmöglichkeiten waren dabei „Hohe Relevanz der Nutzenkategorie“ (h.R.) und „Mittlere Relevanz der Nutzenkategorie“ (m.R.): - Nutzenwirkung auf SCM-Prozesse (h.R.: 93,75 %, m.R.: 6,25 %) - Nutzenwirkung auf Ressourcennutzung (h.R.: 87,5 %, m.R.: 12,5 %) - Nutzenwirkung auf Leistungsangebot (h.R.: 62,5 %, m.R.: 12,5 %) - Nutzenwirkung auf Koordinationseffizienz (h.R.: 31,25 %, m.R.: 18,75 %) - Nutzenwirkung auf Akteure (h.R.: 25 %, m.R. 31,25 %) - Strategische Nutzenwirkung (h.R.: 31,25 %, m.R. 0 %)

Tabelle 7: Bedeutung von IT für das SCM

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Situm/ Noppinger (2019)	26.768 Unternehmen der Branchen Handel und Industrie gemäß Klassifikation des ÖNAC 2008 (Klassen C und G), 197 brauchbare Antworten	<ul style="list-style-type: none"> - 58,28 % der Unternehmen haben bereits Maßnahmen zur Umsetzung der Digitalisierung im Bereich des SCM getroffen, 34,06 % haben dies noch nicht getan und 7,66 % wissen nicht, ob schon Maßnahmen getroffen wurden oder nicht. - Von 115 Befragten, die schon Maßnahmen getroffen haben, sind 21,74 % am Anfang der Digitalisierung, 41,74 % haben bereits wenige Prozesse digitalisiert. 31,3 % haben mittel bis viele Prozesse bereits digitalisiert und 5,22 % sind hochgradig digitalisiert. - Dabei werden folgende Gründe als Hürden der Umsetzung genannt (wobei 1 als kleine Hürde verstanden wird und 6 als große Hürde. Genannt wird hierbei der Mittelwert MW aller Unternehmensgrößen): <ul style="list-style-type: none"> - Umstellung der IT-Systeme (MW: 4,34) - Hohe Investitions-/Betriebskosten (MW: 4,233) - Mangel an Fachkräften/Know-how (MW: 4,214) - Anpassung der Organisationsstruktur (MW: 3,952) - Unklarer Return on Investment (MW: 3,872) - Bedenken bezüglich des Datenschutzes (MW: 3,784) - Unsicherheit der technischen Entwicklung (MW: 3,507) - Mangel an Finanzierungsmöglichkeiten (MW: 3,466) - Mangel an Bewusstsein (MW: 3,450) - Fehlende Akzeptanz der Mitarbeiter (MW: 3,372) - Schlechte Breitbandinfrastruktur (MW: 3,363)

Tabelle 8: Umsetzungsgrad von IT-Lösungen in Unternehmen

ad c) Es gibt für die Implementierung der IT im Unternehmen verschiedene technische Möglichkeiten. Es ist innerhalb einer SC entscheidend, dass alle Unternehmen sich auf eine gemeinsame Lösung einlassen, um reibungslose Schnittstellen zu ermöglichen.

Bei der Analyse der Antworten auf die Frage, welche Technologien im SCM zum Einsatz kommen, fällt auf, dass lediglich die IT- und Datensicherheit im Großteil der befragten Unternehmen zum Einsatz kommt. Nur gut die Hälfte der Unternehmen nutzen im Jahr 2010 das Internet für Angelegenheiten, die das SCM betreffen. Technologien wie CPS, SC-Visibility-Plattformen, Big Data Analytics, Smart Human Machine Interaction und cloudbasierte Software werden lediglich in wenigen Unternehmen genutzt. Der Großteil dieser Unternehmen hält die verschiedenen Technologien

für nicht relevant und hat deshalb auch keinen Einsatz solcher Technologien in Planung.

Es kann zusammengefasst werden, dass die IT zwar ein wichtiger Bestandteil der Umsetzung des SCM im Unternehmen ist. Dennoch wird durch die Ergebnisse der Studien deutlich, dass die Implementierung von IT-Lösungen noch nicht weit fortgeschritten ist. Dies liegt zum einen an dem hohen Arbeitsaufwand und damit auch dem hohen Kostenaufwand einer Umstellung und zum anderen an den fehlenden Fachkräften in diesem Bereich.

2.6 Informationsaustausch innerhalb der Supply Chain

Ein umfassender Informationsaustausch zwischen den Beteiligten einer Supply Chain ist die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des SCM (Wong et al., 2011). Daher werden die Befunde anhand folgender Fragestellungen analysiert:

- a) Welche Bedeutung wird dem Informationsaustausch im SCM zugemessen?
- b) Mit wem werden Informationen ausgetauscht?
- c) Um welche Art von Informationen handelt es sich?
- d) Welche Rolle spielen Kennzahlen im SCM?

ad a) In Tabelle 10 wird deutlich, ob die Bedeutung des Informationsaustauschs auch für die Praxis bestätigt werden kann.

Eine kundenorientierte Performance des Betriebs orientiert sich laut Wong et al. (2011) an den Merkmalen, welche für Kunden ausschlaggebend sind. Dies sind unter anderem der Service, die Flexibilität und die Reaktionsfreudigkeit, Kundenbedürfnisse zu erfüllen. Die Kosteneffektivität wird dabei anhand der Reduzierung der Kosten bezüglich der Distribution, der Lagerhaltung, des Einkaufs und der administrativen Prozesse gemessen. Die Studie von Olorunniwo/Li (2010) macht deutlich, dass in der Theorie zwar ein potentieller Zusammenhang zwischen dem Informationsaustausch und der Zusammenarbeit von SC-Akteuren besteht, in der Praxis hingegen kein Bezug festgestellt werden kann.

Die verschiedenen Studien sind sich nicht einig darüber, ob der Informationsaustausch innerhalb einer SC zu einer besseren Performance führt oder nicht. Es muss jedoch festgehalten werden, dass zwei Studien dies bestätigen konnten und nur eine Studie diese These nicht bestätigt (Odongo et al., 2016). Die Bestätigung, dass Informationen innerhalb der SC ausgetauscht werden, lässt auf die Wichtigkeit dieses Transfers schließen. Informationsintegration, welche auch als Informationsaustausch eingestuft werden kann, wirkt sich sowohl auf die kundenorientierte Performance als auch auf die Kosteneffektivität eines Unternehmens aus (Wong et al., 2011).

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Situm/Noppinger (2019)	26.768 Unternehmen der Branchen Handel und Industrie gemäß Klassifikation des ÖNAC 2008 (Klassen C und G), 197 brauchbare Antworten	<p>Cyber-physische Systeme (CPS):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 12,18 % haben diese im Einsatz - 20,81 % Einsatz in Planung - 49,24 % nicht relevant - 17,77 % Nutzen nicht abschätzbar <p>SC-Visibility-Plattformen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15,74 % haben diese im Einsatz - 32,49 % Einsatz in Planung - 38,07 % nicht relevant - 13,71 % Nutzen nicht abschätzbar <p>Big Data Analytics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8,12 % haben diese im Einsatz - 24,86 % Einsatz in Planung - 52,79 % nicht relevant - 14,21 % Nutzen nicht abschätzbar <p>Smart Human Machine Interaction:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 9,14 % haben diese im Einsatz - 23,86 % Einsatz in Planung - 55,33 % nicht relevant - 11,68 % Nutzen nicht abschätzbar <p>Cloudbasierte Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 26,80 % haben diese im Einsatz - 27,92 % Einsatz in Planung - 36,55 % nicht relevant - 8,63 % Nutzen nicht abschätzbar <p>IT- und Datensicherheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 72,08 % haben diese im Einsatz - 14,72 % Einsatz in Planung - 7,11 % nicht relevant - 6,09 % Nutzen nicht abschätzbar
Olorunniwo/Li (2010)	594 Unternehmen, 57 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 % + 8 weitere Antwortbögen durch persönliche Ansprache bei Veranstaltung -> 65 brauchbare Antworten	Das Internet wird von 56,8 % der befragten Unternehmen genutzt, EPR-Systeme von 48,8 %, Barcode von 42,2 % und EDI von 40,9 %

Tabelle 9: Technologieeinsatz in Supply Chains

Für viele Unternehmen reichen diese Vorteile jedoch nicht aus, denn die Aufwendungen, die durch Systeme entstehen, sind zu hoch. In diesen Fällen sind die Grundlagen innerhalb des Unternehmens noch nicht gegeben und werden somit zu den Aufwendungen addiert. Auch die Qualität der ausgetauschten Informationen ist für die Performance eines Unternehmens von Bedeutung (Sundram et al., 2011). Tan et al. (2018) beschreiben dabei die Zunahme der Unternehmensperformance als Überbegriff für einen steigenden Marktanteil, einen steigenden ROI und steigende Verkaufszahlen.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Olorunniwo/Li (2010)	594 Unternehmen, 57 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 % + 8 weitere Antwortbögen durch persönliche Ansprache bei Veranstaltung -> 65 brauchbare Antworten	<ul style="list-style-type: none"> - Es konnte nicht bestätigt werden, dass Informationsaustausch zu einer besseren Zusammenarbeit in der Rückwärtslogistik führt - Informationsaustausch führt zu einer besseren Performance der Rückwärtslogistik
Wong et al. (2011)	Fragebögen an 800 Unternehmen, 188 brauchbare Antworten, Antwortrate: 23,5 %	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsintegration einer SC wirkt positiv auf die kundenorientierte Performance des Betriebs - Informationsintegration einer SC wirkt positiv auf die Kosteneffektivität des Unternehmens
Odongo et al. (2016)	150 Interviewpartner (50 Unternehmen der Maisindustrie wurden nach deren Lieferanten und Kunden befragt, welche dann auch interviewt wurden)	Es wird nicht bestätigt, dass ein Informationsaustausch die Supply Chain Performance positiv beeinflusst
Sundram et al. (2011)	600 Elektro-Unternehmen in Malaysia, 110 brauchbare Antworten, Antwortrate: 18 %	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsaustausch hat einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance - Die Informationsqualität hat einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance
González-Gallego et al. (2015)	Fragebogen an die 1.000 größten Firmen der Bereiche Herstellung, Verkauf, Dienstleistung und Konstruktion, 102 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 %	<ul style="list-style-type: none"> - Es besteht eine positive Beziehung zwischen internem Kommunikations- und Informationssystem und der Betriebsperformance - Es besteht eine positive Beziehung zwischen externen Kommunikations- und Informationssystemen und der Betriebsperformance

<p>Bogaschewsky/Müller (2016)</p>	<p>168 Unternehmen in Industrie, Dienstleistung, Handel und öffentliche Institutionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 82,7 % empfinden den elektronischen Austausch mit Partnern der SC relevant, 17,3 % nicht. - Gründe für die nicht bestehende Relevanz Daten auszutauschen: <ul style="list-style-type: none"> · 37,9 % Interne Voraussetzungen (Technik, Daten) sind nicht gegeben · 20,7 % Notwendige Ressourcen/Mitarbeiter nicht verfügbar · 20,7 % Unternehmensinterne Ablehnung · 20,7 % Lieferanten können die Systeme nicht unterstützen · 20,7 % Datensicherheit · 20,7 % Unternehmens-/branchenspezifische Prozesse bisher durch Tools nur unzureichend unterstützt · 17,2 % Anwendungsfall gibt es im Unternehmen nicht · 6,9 % Fehlende Wirtschaftlichkeit aufgrund des zu geringen Umfangs des Datenaustauschs in dem Bereich
<p>Tan et al. (2018)</p>	<p>103 große produzierende Firmen in Malaysia, Antwortrate: 18 %</p>	<p>Es wird bestätigt, dass die Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und Kunden einen positiven Effekt auf die Unternehmensperformance hat</p>

Tabelle 10: Bedeutung des Informationsaustauschs für das SCM

ad b) Tabelle 11 zeigt, mit welchen Partnern innerhalb einer SC Informationen bereits ausgetauscht werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Informationsaustausch lediglich in eine Richtung des Wertschöpfungsnetzwerks – entweder zu Lieferanten oder zu Kunden – nicht ausreichend ist, um die Betriebsperformance zu verbessern (González-Gallego et al., 2015; Tan et al., 2018). Lediglich ein Austausch entlang des kompletten Netzwerkes bzw. in beide Richtungen der Wertschöpfung wirkt sich positiv aus. Laut Hong et al. wird ein Informationsaustausch in eine Richtung lediglich mit einer höheren Flexibilität des Unternehmens und einer besseren Qualität assoziiert (Hong et al., 2010). Außerdem steigt die Integration der Kunden/Lieferanten bei einem Einsatz der Kommunikationstechnologie für Kunden/Lieferanten.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
González-Gallego et al. (2015)	Fragebogen an die 1.000 größten Firmen der Bereiche Herstellung, Verkauf, Dienstleistung und Konstruktion, 102 brauchbare Antworten, Antwortrate: 10 %	<ul style="list-style-type: none"> - Es wird nicht bestätigt, dass eine positive Beziehung zwischen integriertem Informationssystem mit Lieferanten und der Betriebsperformance vorliegt - Es konnte nicht bestätigt werden, dass eine positive Beziehung zwischen integriertem Informationssystem mit Kunden und der Betriebsperformance besteht - Es besteht eine positive Beziehung zwischen integriertem Informationssystem, welches das komplette Wertschöpfungsnetzwerk steuert und der Betriebsperformance
Hong et al. (2010)	Größe der Datenversendung nicht bekannt. 711 Antworten von Managern und Fertigungsleitern von 23 Ländern	<ul style="list-style-type: none"> - Ein höherer Einsatz von kundenorientierten, elektronischen Kommunikationstechnologien steht in positivem Zusammenhang mit dem höheren Grad an Kundenintegration - Ein höherer Einsatz von lieferantenorientierten, elektronischen Kommunikationstechnologien steht in positivem Zusammenhang mit dem höheren Grad der Lieferantenintegration - Höhere Kundenintegration/Lieferantenintegration wird positiv mit höherer Flexibilität assoziiert - Höhere Kundenintegration/Lieferantenintegration wird positiv mit höherer Qualität assoziiert
Bogaschewsky/Müller (2016)	168 Unternehmen in Industrie, Dienstleistung, Handel und öffentliche Institutionen	<p>Partner und Dienstleister mit denen Daten ausgetauscht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 92,1 % Lieferanten - 51,5 % Logistikdienstleister - 41,0 % Zollbehörde - 40,3 % Finanzinstitute - 20,1 % Informationsdienstleister

Tabelle 11: Beteiligte am Informationsaustausch in SC

ad c) Im Folgenden soll die Art der Informationen nun enger eingegrenzt werden, um die ausgetauschten Informationen genauer spezifizieren zu können (Tabelle 12). Zusammenfassend lässt sich dabei sagen: Eine Großzahl der untersuchten Unternehmen tauscht vor allem Informationen bezüglich des Bedarfs aus (Spaho/Mitre, 2012), d. h. sowohl die Prognose als auch den Bestell- und den Bestandsstatus.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Spaho/Mitre (2012)	270 Fragebögen an Topmanager, Führungskräfte und Manager von Herstellungs- und Handelsunternehmen, 78 brauchbare Antworten, Antwortrate: 29 %	<p>Informationen, die mit einer Frequenz von einmal am Tag bis einmal pro Monat ausgetauscht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 90 % tauschen die Bedarfsprognose aus - 85 % tauschen den Bestellstatus aus - 83 % tauschen die Versorgungskapazität aus - 80 % tauschen den Bestandsstatus aus - 59 % tauschen den Produktionsplan aus
Huber/Sweeney (2007)	1.655 Unternehmen aller Bereiche wurde der Fragebogen zugeschickt, 776 brauchbare Antworten, Antwortrate: 47 %	<ul style="list-style-type: none"> - 1 von 5 Unternehmen akzeptiert, dass ihr Informations- und Kommunikationssystem nicht in andere Unternehmen oder der Supply Chain integriert ist - 27 % der Unternehmen würden für die Kommunikation innerhalb einer SC nicht die neueste Systemtechnologie nutzen - Supply Chain-Aktivitäten, die integriert werden (befragt wird mit einer Skala von 1 [noch nicht integriert] bis 5 [vollkommen integriert]. Dargestellt ist der Mittelwert der Aussagen): <ul style="list-style-type: none"> · Kundenservice 4,1 · Kundenauftragsabwicklung 3,93 · Einkauf/Bestellung 3,76 · Retouren Service 3,61 · Transport 3,74 · Bestandsmanagement 3,53 · Lagerhaltung 3,23 · Produkteinführung 3,13 · Bedarfsprognose 3,19
Kersten et al. (2017)	34 Interviews mit ausgewiesenen Experten in Führungsposition + Onlinefragebogen mit 363 brauchbaren Antworten	<p>Einsatz von webbasierter Kommunikation (Sektor-übergreifend). Die einzelnen Sektoren beziehen sich dabei auf das verarbeitende Gewerbe, Logistikdienstleistungen und Handel. Da keine großen Unterschiede zwischen den Sektoren festgestellt werden konnten, wird auf eine getrennte Darstellung verzichtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 17,4 % betreiben webbasierte Kommunikation bereits umfassend, 42,1 % nutzen dies bereits jetzt teilweise, 16,3 % immerhin bereits jetzt geringfügig, für 6,1 % ist dies in weniger als 5 Jahren geplant, 4,3 % planen die Umsetzung in mehr als 5 Jahren und bei 13,8% ist noch nichts geplant. <p>Datengetriebene Steuerung der Wertschöpfungskette:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 61 % der Datenbedarfe zu Materialflussstörungen sind unbefriedigt - 34 % der Unternehmen, die die Materialflussstörungen noch nicht teilen, wollen dies in Zukunft tun

Tabelle 12: Art der ausgetauschten Informationen in SC

Auffallend ist, dass die Integration von Abteilungen eines Unternehmens in das SCM noch nicht vollständig abgeschlossen ist (Huber/Sweeney, 2007). Am besten integriert sind der Kundenservice und die Kundenauftragsabwicklung. Auch durch die Studie von Kersten et al. wird deutlich, dass die Unternehmen webbasierte Kommunikation nur teilweise nutzen und die Daten zu Beständen zwar ausgetauscht werden, bei Störungen der Austausch jedoch noch nicht ausreichend genutzt und automatisiert ist (Kersten et al., 2017).

ad d) Kennzahlen können auch als Informationen gesehen werden (Becker/Winkelmann, 2019 und Giese, 2012), da sie quantitativ definierte Sachverhalte darstellen. Daher wird die Analyse der Kennzahlen im SCM in die Kategorie des Informationsaustauschs aufgenommen. In Tabelle 13 wird dargestellt, wie diese in der Praxis eingesetzt werden. Zusammenfassend lässt sich für die Fragestellung nach der Rolle der Kennzahlen im SCM festhalten, dass Kennzahlen in diesem Bereich in der Praxis nicht weit verbreitet sind.

Laut Weber et al. (2012) sehen die befragten Unternehmen diese auch nicht als gewinnbringend an. Kennzahlen werden zwar im Unternehmen gepflegt, allerdings sind diese oft nicht verlässlich (Huber/Sweeney, 2007). 82 % der befragten Unternehmen geben an, dass sie ihren eigenen Kennzahlen des Lagerreports nicht vertrauen. Zusätzlich haben etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen kein Forecasting. Auch die Studie von Weber et al. (2012) zeigt deutlich, dass die Kennzahlen im Supply Chain Management noch nicht sehr ausgeprägt vorhanden sind und gepflegt werden. Dabei lässt sich kein großer Unterschied zwischen Industrie- und Handelsunternehmen und Logistikdienstleistern feststellen.

Abschließend kann festhalten werden, dass der Informationsaustausch in der Praxis zwar einen bedeutenden Stellenwert für das SCM aufweist, dieser jedoch noch nicht umfassend ausgeführt wird.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Huber/ Sweeney (2007)	1.655 Unternehmen aller Bereiche wurde der Fragebogen zugeschickt, 776 brauchbare Antworten, Antwortrate: 47 %	<ul style="list-style-type: none"> - Kennzahlen im SCM: 46 % haben keine Kennzahlen für ihren Kundenservice, 59 % der Unternehmen kennen ihre eigenen SCM-Kosten nicht, 82 % messen ihre Lagerhaltung nicht in Form von Kennzahlen und 20 % haben kein Vertrauen in die Zahlen des Lagerreports - 2 von 5 Unternehmen nutzen kein Forecasting - 71 % der Unternehmen beteiligen sich nicht an Lieferantenentwicklungsprogrammen und 39% nutzen keine Lieferantenbewertungen
Weber et al. (2012)	Vielzahl an deutschen Logistikdienstleistern (LDL) und Logistikorganisationen von Industrie und Handel wurden zur Onlineanmeldung eingeladen, 1.063 haben sich angemeldet, davon 431 brauchbare Antworten, Antwortrate: 37 % (bei LDL) und 44 % (bei Industrie und Handel)	<p>Unternehmensübergreifende Kennzahlen (mit einer Skala von 1 [keine Umsetzung] bis 7 [sehr ausgeprägte Umsetzung]. Darstellung des Mittelwerts):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beinhaltet Messgrößen, die interne Aktivitäten mit SC-Partnern verbindet: 4 (Industrie/ Handel), 3,7 (LDL) - Zeigt Verbindung unseres Geschäftserfolges mit Kunden und (Sub-)Lieferanten auf: 3,6 (Industrie/Handel), 4 (LDL) - Schafft Transparenz bezüglich Leistungsabhängigkeiten zwischen den Teilnehmern der SC: 3,6 (Industrie/Handel), 3,7 (LDL) - Unterstützt gegenseitige Koordination mit SC-Partnern: 3,6 (Industrie/Handel), 3,5 (LDL) <p>Nutzung gemeinsamer und unternehmensübergreifend vergleichbarer Kennzahlen (mit einer Skala von 1 [trifft gar nicht zu] bis 7 [trifft voll zu]. Darstellung des Mittelwerts):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beinhaltet gemeinsam mit Supply Chain-Partnern definierte Kennzahlen: 3,24 (Industrie/Handel), 3,46 (LDL) - Stellt Vergleichbarkeit der Kennzahlen mit Supply Chain-Partnern sicher: 2,95 (Industrie/Handel), 2,97 (LDL)

Tabelle 13: Kennzahlen im SCM

2.7 Wettbewerbsvorteile durch Supply Chain Management

Ziel eines erfolgreichen Supply Chain Management ist es, Wettbewerbsvorteile für das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk zu generieren (Lambert et al., 1998). Alle anderen Bestandteile, der bereits analysierten Kategorien, tragen zu einem erfolgreichen SCM bei. Im weiteren Verlauf wird jedoch explizit auf die in den vorherigen Kategorien nicht genannte Themen eingegangen. Dabei werden die folgenden Fragestellungen analysiert:

- a) Welche Einflussfaktoren wirken auf den Erfolg eines Supply Chain Managements?
- b) Welche verschiedenen SCM-Strategien werden in Unternehmen verfolgt?

ad a) In Tabelle 14 werden weitere Erfolgsfaktoren, die für die Praxis relevant sind, dargestellt.

Bei Dath et al. (2010) wird Supply Chain Orientation als Bemühung der Supply Chain-Partner definiert, ihre Aktivitäten in Bezug auf die Supply Chain, auf den Versender bzw. den Empfänger auszurichten. Das Konstrukt des Supply Chain Managements setzt sich aus Top Management Commitment, dem Logistikdesign, der Kundenorientierung und der Einbeziehung der Mitarbeiter, der Integration der Supply Chain-Logistik mit allen Beteiligten, der Informationstechnologie, des Retourenmanagements und der Kennzahlen der Supply Chain-Aktivität zusammen.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Seeck et al. (2014)	20 Experteninterviews (langjährige Erfahrung in der Branche und eine Position im oberen Management von Handelsunternehmen oder Führungsposition in der Handelslogistik wird vorausgesetzt) + 56 brauchbare Antworten aus Onlinebefragung	Die wichtigsten Erfolgsfaktoren sind: <ul style="list-style-type: none"> - Kooperation mit Lieferanten - Kooperation der Logistik mit anderen Unternehmensbereichen - Kooperation mit Filialen/Abnehmern - Vorhandensein eines Logistikvorstands
Dath et al. (2010)	80 Mitarbeiter in leitender Position, 43 brauchbare Antworten	Supply Chain Orientation hat einen signifikanten und moderierenden Einfluss zwischen dem Konstrukt des SCM und der Betriebsperformance.
Sundram et al. (2011)	600 Elektro-Unternehmen in Malaysia, 110 brauchbare Antworten, Antwortrate: 18 %	<ul style="list-style-type: none"> - Postponement hat einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance - Vereinbarte Visionen und Ziele haben einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance - Risiko- und Erwartungsverteilung haben einen positiven Einfluss auf die Supply Chain Performance

<p>Jraisat/ Sawalha (2013)</p>	<p>Case Study bei 5 Unternehmen in Jordanien</p>	<p>Erwarteter Einfluss von Qualitätskontrollfaktoren auf das SCM (berechneter Durchschnitt aus Produzenten, Exporteuren, Logistikdienstleistern und Importeuren. Die Skala geht von 1 bis 5, wobei 1 nicht signifikant bedeutet und 5 einen sehr signifikanten Einfluss ausdrückt):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktqualität, finanzielle Unterstützung und Kontinuität (jeweils 4,75) - Kommunikation (4,0) - Training (3,75) - Persönliche Beziehung (3,25) - Zusammenhalt (3,125) - Führungsqualität (3,0) - Zufriedenheit und Informationsqualität (jeweils 2,875) - Umweltfaktoren (2,25) - Politik (2,125) - Qualitätskontrolle (1,25) <p>Qualitätskontrollfaktoren, die als am wichtigsten für die Verbesserung des SCM wahrgenommen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenarbeit - Kommunikation - Produktqualität - Zufriedenheit - Führungspersonal - Training - Persönliche Beziehung <p>Qualitätskontrollfaktoren, die in Zukunft mehr Aufmerksamkeit bekommen sollen, um das SCM weiterhin zu verbessern:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kontinuität - Umweltfaktoren - Politik - Qualitätskontrolle - Finanzielle Unterstützung
<p>Khan et al. (2009)</p>	<p>370 indische Unternehmen per Fragebogen (versendet per Mail) + 63 Unternehmen durch persönliches Treffen und Begleiten des Ausfüllens des Fragebogens, 128 brauchbare Antworten, Antwortrate: 17,57 % (nur bezogen auf Fragebogen per Mail)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es besteht eine positive Verbindung zwischen Supply Chain Distribution und der Organisationsperformance - Es besteht eine signifikante Verbindung zwischen einer größeren Organisationsperformance und einer besseren Agilität in der Supply Chain

Roos (2014)	203 börsennotierte, deutsche Unternehmen. Fragebogen an SC-Manager /Logistikmanager. 109 brauchbare Antworten, Antwortrate: 54 %	<ul style="list-style-type: none"> - Es wird bestätigt, dass sich die Größe eines Unternehmens positiv auf den Supply Chain Integration (SCI)-Grad auswirkt - Es kann nicht bestätigt werden, dass sich der SCI-Grad je nach Industriesektor verändert - Es wird nicht bestätigt, dass sich die Wettbewerbsintensität am Markt positiv auf den SCI-Grad auswirkt - Es wird nicht bestätigt, dass sich die Internationalität eines Unternehmens im Vergleich zu dessen Wettbewerbern positiv auf den SCI-Grad auswirkt - Es wird nicht bestätigt, dass die Variantenvielfalt der Produkte eines Unternehmens, im Vergleich zu dessen Wettbewerbern, negativ auf den SCI-Grad auswirkt
-------------	--	---

Tabelle 14: Erfolgsfaktoren des SCM

Khan et al. (2009) definieren Supply Chain Distribution als Prozesse, welche die Lagerhaltung, den Materialumschlag, den Gütertransport, die Bestandskontrolle, die Marketingprognose, die Auftragsabwicklung und den Kundenservice betreffen. Somit sind alle Prozesse gemeint, die den Transport von Fertigprodukten und teilweise auch die Produktion betreffen. Die Organisationsperformance wird durch Khan et al. in drei Bereiche aufgeteilt; zum einen in die Ressourcenleistung, welche die Wertschöpfung durch Erreichen einer möglichst hohen Effizienz widerspiegelt.

Zum anderen wird die Organisationsperformance von der Produktionsleistung beeinflusst. Diese bildet ab, wie durch die Wertschöpfung des Unternehmens die Kundenzufriedenheit gesteigert wird. Der letzte Bereich ist die Flexibilität eines Unternehmens. Diese spiegelt die Wertschöpfung als Reaktionsfähigkeit des Unternehmens wider.

Roos (2014, S. 35) definiert Supply Chain Integration als „[...] die strategische Koordination der Supply Chain und die operative Koordination zwischen den Organisationseinheiten eines Unternehmens sowie zwischen dem Unternehmen und seinen Partnern mit dem Ziel, den Erfolg zu optimieren.“

Zusammenfassend lässt sich über die Einflussfaktoren auf den Erfolg des SCM sagen, dass jeder der Autoren sich auf einen anderen Unternehmensbereich und andere Einflussfaktoren in Bezug auf das SCM spezialisiert hat. Es lässt sich feststellen, dass diese Faktoren eigene Beiträge zum Erfolg des Netzwerks leisten. So sind einerseits verschiedene Kooperationen entlang der SC von Bedeutung. Andererseits tragen gemeinsame Ziele und Visionen zum Erfolg bei. Supply Chain Orientation, Postponement, die Größe der Organisation, Supply Chain Distribution und die gerechte Verteilung der Risiken sind für den Unternehmenserfolg relevant. Auch verschiedene

Qualitätskontrollfaktoren nehmen Einfluss. Zusätzlich ist die Größe des Unternehmens für die Integration der SC entscheidend. Eine Auswirkung des Industriesektors, der Wettbewerbsintensität, der Internationalität und der Variantenvielfalt der Produkte bezüglich der Supply Chain Integration wird nicht bestätigt.

ad b) Auch im SCM gibt es verschiedene Strategien, die sich auf den Unternehmenserfolg auswirken. Tabelle 15 zeigt, wie sich diese in der Praxis auswirken. Die verschiedenen Strategien werden von Sun et al. (2009) nach der Vorlage von Lee (2002) wie folgt definiert:

Die „Efficient SC-Strategie“ wird als Strategie beschrieben, welche den Fokus auf eine möglichst hohe Kosteneffektivität legt. Dafür sollen vor allem nicht-wertschöpfende Aktivitäten eingedämmt werden. Zusätzlich soll die Informationsverbreitung so ausgebaut sein, dass Informationen möglichst effizient, schnell und kostengünstig entlang der Supply Chain geteilt werden können. Durch das Internet sollen dabei die Informationsverbreitung und die Transparenz der SC, in Bezug auf die Bestände, die Nachfrage und die Kapazität, ermöglicht werden.

Mit der „Responsive SC-Strategie“ sollen die Unternehmen empfänglicher und flexibler für die Nachfrageschwankungen der Kunden gemacht werden. Das ist möglich, indem die Kunden die „build-to-order“- und „mass customization“-Strategie anwenden. Durch das Internet wird dabei ermöglicht, dass die Daten der personalisierten Produkte erfasst werden können und eine schnelle Übermittlung dieser an die Werke und Kundencenter stattfinden kann.

Durch die „Risk-Hedging SC-Strategie“ soll das Risiko aus einer hohen Angebots- und einer geringen Nachfrageunsicherheit in der Supply Chain aufgeteilt werden. Nur ein Unternehmen allein kann diese Unsicherheiten nicht auffangen. Die Risikoaufteilung wird ermöglicht, indem die beteiligten Unternehmen zusammenarbeiten und ihre Ressourcen untereinander aufteilen. Wenn zum Beispiel nur ein Unternehmen ein bestimmtes Fertigerzeugnis, Halbfabrikat oder Rohmaterial liefern kann, wird es versuchen, möglichst große Sicherheitsbestände zu haben. Es wäre jedoch für alle Beteiligten besser, dass Produkte bzw. die Halbfabrikate oder Rohmaterialien auf verschiedene Beteiligte der SC verteilt werden. Somit können die Kosten großer Lagerhaltung geteilt werden. Das Internet soll dabei helfen, die Bestands- und Nachfrageinformationen unter den Beteiligten in Echtzeit zu teilen.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Sun et al. (2009)	838 produzierende Firmen in Taiwan, 243 brauchbare Antworten, Antwortrate: 29 %	<ul style="list-style-type: none"> - Es wird bestätigt, dass die SCM-Leistung höher sein wird, wenn die „Efficient SC-Strategie“ in Unternehmen befolgt wird. Dies gilt für Unternehmen, die mit einer geringen Nachfrage- und einer geringen Angebotsunsicherheit zu kämpfen haben. - Es wird bestätigt, dass die SCM-Leistung höher sein wird, wenn die „Responsive SC-Strategie“ im Unternehmen befolgt wird. Dies gilt für Unternehmen, die mit einer hohen Nachfrage- und einer geringen Angebotsunsicherheit konfrontiert sind. - Es wird bestätigt, dass die SCM-Leistung höher sein wird, wenn die „Risk-Hedging SC-Strategie“ im Unternehmen befolgt wird. Dies gilt für Unternehmen, die mit einer geringen Nachfrage- und einer hohen Angebotsunsicherheit konfrontiert sind. - Es wird bestätigt, dass die SCM-Leistung höher sein wird, wenn die „Agile SC-Strategie“ im Unternehmen befolgt wird. Dies gilt für Unternehmen, die mit einer hohen Nachfrage- und einer hohen Angebotsunsicherheit konfrontiert sind.
Roos (2014)	203 börsennotierte, deutsche Unternehmen. Fragebogen an SC-Manager/ Logistikmanager. 109 brauchbare Antworten, Antwortrate: 54 %	<p>Strategische Stoßrichtung der Supply Chain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qualitätsführerschaft (43,1 %) - Kostenführerschaft (31,2 %) - Innovationsführerschaft (20,3 %) - keine Angaben (5,5 %)

Tabelle 15: SCM-Strategien

Die „Agile SC-Strategie“ ist eine Mischform der „Risk-Hedging SC-Strategie“ und der „Responsive SC-Strategie“, um auf die Schwankungen der Nachfrage und des Angebots schnell reagieren zu können.

Bei der Studie von Roos (2014) werden die Strategien von Unternehmen in die Annahmen von Porter aufgeteilt. Die Unternehmen streben an, die Qualitätsführerschaft in ihrem Marktbereich zu übernehmen. Porter (2013) zeigt, dass die Qualitätsführerschaft in die Differenzierung eingeordnet werden kann. Diese Differenzierung macht ein Unternehmen einzigartig in Bezug zu dessen Wettbewerbern. Ziel dieser Einzigartigkeit ist es, die Kunden gegenüber dem Preis unempfindlicher zu machen. Somit sichert sich das Unternehmen eine höhere Ertragsspanne. Bei der Kostenführerschaft, welche an zweiter Stelle steht, sind die Kunden gegenüber dem Preis nicht unempfindlich, sondern eher sehr empfindlich. Das Unternehmen versucht durch den günstigen Preis die Kunden an sich zu binden und somit, durch einen Absatz von großen Mengen, Erfolg zu generieren. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass verschiedene Ansichten über Strategien im SCM bestehen. Wählt das Unternehmen seine Strategie

anhand des Marktes richtig aus, kann diese entscheidend zum Unternehmenserfolg beitragen.

2.8 Hindernisse und Trends im Supply Chain Management

SCM ist ein sehr komplexes Thema im Unternehmen. Wie schon in der Kategorie der Beziehungen im SCM deutlich wird, ist die Zusammensetzung einer SC sehr komplex und teilweise schlecht zu überblicken. SCM besteht dabei nicht nur aus Beziehungen untereinander. Idealerweise sollten die Beteiligten sowohl Informationen als auch Handlungsoptionen untereinander abstimmen und teilen. Dies macht den Umgang mit diesem Thema nicht einfacher. Folglich bestehen in der Praxis noch sehr viele Hindernisse, bevor eine allumfassende Lösung dieser Aufgabe gefunden werden kann.

Auch die Thematik der aktuellen Trends wird immer wichtiger. Durch das schnelle Fortschreiten der Digitalisierung werden immer wieder Neuerungen auf den Markt kommen, mit denen Unternehmen in Zukunft umzugehen haben. Deshalb werden in der vorliegenden Kategorie folgende Fragen beantwortet:

- a) Welche Hindernisse bzw. Barrieren bestehen für Unternehmen?
- b) Welche zukünftigen Trends werden im SCM kommen bzw. das SCM beeinflussen?

ad a) In Tabelle 16 werden die allgemeinen Hindernisse für die erfolgreiche Implementierung des SCM dargestellt.

Vor allem die Komplexität der Wertschöpfungskette und die fehlenden Kenntnisse der Mitarbeiter führen zu Problemen bei der erfolgreichen Implementierung. Die fehlende IT-Infrastruktur bzw. das fehlende Verständnis, diese in der SC umzusetzen, sind ein weiteres Hindernis im SCM. Zusätzlich bestehen große Schwierigkeiten bei der allgemeinen Zusammenarbeit bzw. bei der Einigung, auf welcher Ebene die Zusammenarbeit erfolgen soll und welche Daten den Beteiligten dabei uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

ad b) In Tabelle 17 werden die Trends, welche im SCM bestehen und die Trends, welche in Zukunft Auswirkungen auf das SCM haben, dargestellt.

Zum einen werden Unternehmen sich auf die Trends der Umwelt, wie Kostendruck und Digitalisierung und die immer mehr verlangte Individualisierung einstellen und damit umgehen müssen. Zum anderen werden Trends im SCM weiter an Bedeutung zunehmen. Diese sind zum einen die Same-Day-Delivery und die Cross-Channel-Logistik. Auch die Veränderungen, welche mit der Industrie 4.0 einhergehen, also

den wachsenden Anforderungen an Mitarbeiter, der größere Einsatz von IT-Lösungen und die immer mehr geforderte Transparenz, werden das SCM in Zukunft beeinflussen.

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Kraegpoth et al. (2017)	30 Praktiker, 4 Berater und 5 Professoren	<p>Menschliche Hindernisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Fähigkeiten in der SC - Fehlende funktionsübergreifende Entscheidungen - Unzuverlässige Stammdaten - Fehlende Transparenz und Sichtweite in der SC - Menschen sind nicht bereit oder in der Lage, Änderungen umzusetzen <p>Strukturelle Hindernisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komplexe Produktportfolios - Unternehmensstruktur macht Entscheidungen und Veränderungen schwierig <p>Hindernisse aufgrund komplexer Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Komplexität macht es schwierig, die richtige Entscheidung zu treffen - Fehlende Zeit - Fehlende Kompetenz <p>Hindernisse aufgrund nationaler Gebundenheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gesetzgebung - Umzugskosten sind zu hoch
Spaho/Mitre (2012)	270 Fragebögen an Topmanager, Führungskräfte und Manager von Herstellungs- und Handelsunternehmen, 78 brauchbare Antworten, Antwortrate: 29 %	<ul style="list-style-type: none"> - 69,2 % Komplexität der Wertschöpfungskette - 69 % Steigende Produktvielfalt - 53,8 % Mangel an Koordination zwischen SC-Partnern - 38,5 % Fehlendes Vertrauen - 38,5 % Kürzung des Produktlebenszyklus - 33,3 % Schwierigkeiten im Ausführen neuer Strategien - 25,6 % Fehlendes Wissen
Heide et al. (2008)	838 Unternehmen in Norwegen, 182 brauchbare Antworten, Antwortrate: 21,7 % + 18 zusätzliche Antworten	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Kompetenz/Verständnis der Mitarbeiter - Fehlendes internationales Wissen über Logistikkosten - Schlechte interne Vorbereitung der SCM-Strategie - Fehlende Unterstützung für das IT-System des Unternehmens - Fehlende Kompetenz bei SC-Partnern - Fehlende Bereitschaft zur Zusammenarbeit unter Kunden und Lieferanten - Interne Zielkonflikte der Unternehmensbereiche - Widerwillen zwischen SC-Partnern, Informationen zu teilen - Machtkämpfe zwischen Abteilungen

Roos (2014)	203 börsennotierte, deutsche Unternehmen. Fragebogen an SC-Manager/Logistikmanager. 109 brauchbare Antworten, Antwortrate: 54 %	<p>Barrieren für das Nicht-Erreichen der SCI-Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hohe Komplexität der Wertschöpfungskette - Zurückhaltung bei Austausch sensibler Daten - mangelnde Transparenz der Prozesse - Veränderungsresistenz
Wagner/ Bode (2008)	4.946 Top Level-Führungskräfte in Logistik und Supply Chain Management, 760 brauchbare Antworten, Antwortrate: 15,4 %	<ul style="list-style-type: none"> - Je höher die Risiken auf der Nachfrageseite, umso geringer ist die Supply Chain Performance - Je höher die Risiken auf der Angebotsseite, umso geringer ist die Supply Chain Performance - Es wird nicht bestätigt, dass gesetzliche, rechtliche und bürokratische Risiken eine Auswirkung auf die Supply Chain Performance haben - Es wird nicht bestätigt, dass Infrastrukturrisiken eine Auswirkung auf die Supply Chain Performance haben - Es wird nicht bestätigt, dass Risiken für Katastrophen eine Auswirkung auf die Supply Chain Performance haben
Schulze (2009)	24 Unternehmen, 16 brauchbare Interviews, Antwortrate: 67 %	<p>Gründe, warum SCM-Konzepte noch nicht oder nur in Teilen realisiert werden (Gesamtanzahl der möglichen Nennungen [N] sind 16):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorhandene IT- und Infrastrukturdefizite (13 N) - Steigende Managementkomplexität nach Einführung von SCM (12 N) - Unvereinbarkeit der unterschiedlichen Zielsetzungen der SC Akteure (12 N) - Vorhandene Know-how-Defizite der Akteure (8 N) - Keine organisatorische Verankerung des SCM im eigenen Unternehmen (4 N) - Andere Managementkonzepte haben höhere Priorität (2 N)

Tabelle 16: Hindernisse im SCM

Quelle	Stichprobe	Ergebnisse
Kersten et al. (2017)	34 Interviews mit ausgewiesenen Experten in Führungsposition + Onlinefragebogen mit 363 brauchbaren Antworten	<p>Anpassungsfähigkeit und die Relevanz der aktuellen Trends. Prozentzahl zeigt die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen. Die Relevanz für die jeweiligen Unternehmen wird durch die Anordnung (von sehr hoch bis sehr gering) deutlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 55 % Kostendruck - 52 % Digitalisierung der Geschäftsprozesse - 55 % Transparenz der Wertschöpfungskette - 37 % Individualisierung - 39 % Komplexität - 55 % Vernetzung/Zusammenarbeit - 62 % Business Analytics - 51 % Automatisierung - 50 % Nachfrageschwankungen - 64 % Personalmangel - 50 % Nachhaltigkeit - 46 % Staatliche Regulierung/Compliance - 37 % Risiken/Unterbrechungen - 57 % Verändertes Käuferverhalten - 55 % Dezentralisierung <p>Umgang der Unternehmen mit den erwarteten Auswirkungen der digitalen Transformation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verarbeitendes Gewerbe: zusätzliche Erlöse (22,6 %), Kostenreduktion (17,6 %), beides (39,6 %) - Logistikdienstleister: zusätzliche Erlöse (33,6 %), Kostenreduktion (34,2 %), beides (17,6 %) - Handel: zusätzliche Erlöse (33,3 %), Kostenreduktion (7,8 %), beides (33,3 %)
Seeck et al. (2014)	20 Experteninterviews (langjährige Erfahrung in der Branche und eine Position im oberen Management von Handelsunternehmen oder Führungsposition in der Handelslogistik wird vorausgesetzt) + 56 brauchbare Antworten aus Onlinebefragung	<ul style="list-style-type: none"> - Same-Day-Delivery wird in Zukunft eine bedeutende Rolle einnehmen (43 % Zustimmung) - Die Cross-Channel-Logistik wird deutlich an Bedeutung gewinnen (89 % Zustimmung) - Die Zeitfensterbelieferung wird in den nächsten fünf Jahren zum Standard werden (73 % Zustimmung)

Bogaschewsky/ Müller (2016)	168 Unternehmen in Industrie, Dienstleistung, Handel und öffentliche Institutionen	<p>Änderungen im SCM, die durch Industrie 4.0 vermutet werden. Zustimmung soll anhand einer 5-stufigen Skala deutlich gemacht werden. Angegeben werden hier nur die Werte für stark/sehr stark:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wachsende Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter (53 %/19 %) - Verstärkter IT-Einsatz (47%/40%) - Erhöhte Transparenz und Kontrolle für Verantwortliche (52 %/27 %) - Bedarf an neuen Spezialisten (43 %/11 %) - Vermehrt automatisierte Entscheidungen (durch IT-System) (35 %/16 %) - Verstärkte Automatisierung von Prozessabläufen (49 %/36 %) - Stärkung der Rolle von Einkauf/SCM im Unternehmen (40 %/19 %)
-----------------------------------	--	--

Tabelle 17: Trends im SCM

3 Würdigung der Forschungsergebnisse

3.1 Inhaltliche Perspektive

Wird die Quantität der erhaltenen Aussagen betrachtet, zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Studien eindeutig auf dem Informationsaustausch liegt. So werden knapp 30 % der analysierten Aussagen in diesem Bereich erfasst.

Auf diesen Wert folgen die Wettbewerbsvorteile mit einem prozentualen Anteil von 20 %. Dies ist weniger erstaunlich, da Unternehmen stets mit der Prämisse agieren, Gewinne aus ihrem Handeln zu generieren. Supply Chain Management ist für die Unternehmen somit nur von Bedeutung, wenn daraus Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen Marktteilnehmern entstehen.

Viele Unternehmen haben Schwierigkeiten, ein erfolgreiches Supply Chain Managements zu implementieren, denn das erfordert sowohl großes Vertrauen in andere Teilnehmer des Netzwerks als auch die erfolgreiche technische Umsetzung. Die analysierten Studien haben sich deshalb auch sehr häufig mit den Hindernissen der erfolgreichen Einführung des SCM beschäftigt. Somit fallen 18 % der Ergebnisse in diesen Bereich.

Die Kategorie der Beziehungen, ebenso die Kategorie des Einsatzes von Informationstechnologien erscheinen weitaus wichtiger, als sie durch die Häufigkeit der Aussagen widerspiegelt werden. Lediglich 14 % der Aussagen beziehen sich auf den Bereich der Beziehungen innerhalb einer SC. Lediglich 8 % der Aussagen beziehen sich auf den Einsatz von Informationstechnologien.

Über die Ziele von SCM werden die wenigsten Aussagen in den untersuchten Studien getroffen. Werden die gewonnenen Ergebnisse auf Basis der Qualität der Aussagen analysiert, wird deutlich, dass vor allem in der Kategorie der Bedeutung des SCM für die Praxis und bei dem Einsatz von IT im SCM einheitliche Ergebnisse festgestellt werden. In beiden Kategorien wurden keine widersprüchlichen Aussagen getroffen. Zudem sind die Fragestellungen der Studien sehr ähnlich und können damit gut miteinander verglichen werden. In den anderen Kategorien werden die analysierten Fragestellungen in verschiedene Richtungen beleuchtet und lassen somit keine einheitlichen Schlüsse zu.

3.2 Methodische Perspektive

Bei den vorliegenden Studien ist kein klarer industrieller Fokus zu erkennen. Analyseeinheit sind in der Mehrzahl der Studien einzelne Unternehmen. Dies schränkt die Untersuchungen des SCM ein, da nur einzelne Akteure innerhalb der Supply Chain betrachtet werden (Fettke, 2007). Eine Ausnahme bildet die Studie von Odongo et al. (2016). In dieser werden nicht Unternehmen, die bestimmte Kriterien erfüllen, befragt, sondern 50 Unternehmen der Maisindustrie und deren Kunden und Lieferanten. Somit wird ein Großteil der SC abgedeckt. Die jeweils verwendete Datenerhebungsmethode zeigt Tabelle 18.

4 Fazit

Die Anzahl der Studien zum Supply Chain Management hat sich im Vergleich zu der Analyse von Fettke (2007) verringert. Fettke (2007) betrachtet den Zeitraum von 1985 bis 2006 und analysiert 83 Studien. Für den Zeitraum von 2007 bis heute konnten 25 relevante Studien identifiziert und analysiert werden. Dies könnte zu dem Schluss führen, dass die Hochphase der empirischen Studien zum Supply Chain Management bereits vorüber ist. Es kann jedoch festgestellt werden, dass sich der Kontext der Studien verändert.

Viele neuere Studien (z. B. Wittstruck/Teuteberg, 2012 und Vijayvargy/Agarwal, 2014) beschäftigen sich mit einer Weiterentwicklung des Supply Chain Managements, dem Sustainable Supply Chain Management (SSCM). Der Begriff des SSCM wird dabei oftmals durch den Begriff des „Nachhaltigen Supply Chain Managements“ oder des „Green Supply Chain Managements“ (GSCM) ersetzt. SSCM und GSCM haben sich zum Ziel gesetzt, das traditionelle SCM mit sozialen, ethischen und Umwelt-Aspekten zu ergänzen (Wittstruck/Teuteberg, 2012). Es zielt somit darauf ab, entlang des kompletten Wertschöpfungsnetzwerks nachhaltig zu produzieren, zu transportieren und zu agieren. Obwohl dieser Ansatz sehr wichtig und ziel-

führend erscheint, wurde dieses Themengebiet im vorliegenden Artikel nicht behandelt, da das SSCM/GSCM inzwischen einen eigenen Bereich darstellt. Hierfür gilt es, eine eigene systematische Literaturliteraturanalyse durchzuführen.

Quelle	vorherige Prüfung		Datenerhebungsmethode						
	Pre-test	Experten-gespräch	Inter-view	Fragebogen				andere	nicht darge-stellt
				per Mail	per Post	online	ohne Angabe		
Bogaschewsyk/Müller (2016)									x
Dath et al. (2010)				x	x				
González-Gallego et al. (2015)	x					x			
Hansen et al. (2011)					x				
Harms et al. (2013)							x		
Heide et al. (2008)	x			x	x				
Hong et al. (2010)							x		
Huber/Sweeney (2007)	x						x		
Jraisat/Sawalha (2013)			x					Fallstudie	
Kersten et al. (2017)			x			x			
Khan et al. (2009)				x	x				
Kraegpoth et al. (2017)								Delphi-Studie	
Odongo et al. (2016)			x						
Olorunniwo/Li (2010)				x					
Roos (2014)	x	x					x		
Schulze (2009)	x	x	x						
Seeck et al. (2014)		x				x			
Situm/Noppinger (2019)						x			
Spaho/Mitre (2012)							x		
Sun et al. (2009)							x		
Sundram et al. (2011)				x					
Tan et al. (2018)				x					
Wagner/Bode (2008)				x					
Weber et al. (2012)						x			
Wong et al. (2011)				x					

Tabelle 18: Datenerhebungsmethoden

5 Literaturverzeichnis

- Becker, J./Winkelmann, A. (2019): *Handelscontrolling*. Berlin u. a.
- Bogaschewsky, R./Müller, H. (2016): *Industrie 4.0: Wie verändern sich die IT-Systeme in Einkauf und SCM?* Würzburg, Leipzig.
- Chen, I. J./Paulraj, A. (2004): Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements, in: *Journal of Operations Management*. Vol. 22, No. 2, S. 119–150.
- Christopher, M. (1992): *Logistics and Supply Chain Management – Strategies for Reducing Cost and Improving Service*, London.
- Cooper, H./Hedges, L.V. (2009): Research synthesis as a scientific process. In: H. Cooper und L. V. Hedges (Hg.): *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. New York, S. 3–16.
- Cooper, M. C./Ellram, L. M. (1990): Supply Chain Management, Partnerships, and the Shipper - Third Party Relationship, in: *The International Journal of Logistics Management*, 1, 2, S. 1–10.
- Cooper, H. M. (1988): Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Research. In: W. N. Dunn und B. Holzner (Hg.): *Knowledge in Society* 1, S. 104–126.
- Cooper, M.C./Lambert, D.M./Pagh, J.D. (1997): Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics, in: *Journal of Logistics Management* 8(1), S. 1–14.
- Dath, T.N.S./Rajendran, C./Narashiman, K. (2010): An empirical study on Supply Chain Management: the perspective of Logistics Service Providers, in: *International Journal Logistics Systems and Management* 6(1), S. 1–22.
- Dobhan, A. (2012): *Internal Supply Chain Management*. Bamberg.
- Durst, S./Sucky, E. (2010): Lieferantenentwicklung: Stand der empirischen Forschung. In: R. Bogaschewsky, M. Eßig, R. Lasch und W. Stölzle (Hg.): *Supply Management Research. Aktuelle Forschungsergebnisse 2009*. Frankfurt am Main, S. 37–71.
- Eisend, M. (2014): *Metaanalyse*. München.
- Fettke, P. (2007): Supply Chain Management, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 2007, 2007(4), S. 417–461.
- Giese, A. (2012): *Differenziertes Performance Measurement in Supply Chains*. Heidelberg.
- Gonzálvez-Gallego, N./Molina-Castillo, F.-J./Soto-Acosta, P./Varajao, J./Trigo, A. (2015): Using integrated information systems in supply chain management, in: *Enterprise Information Systems* 9(2), S. 210–232.
- Handfield, R. B./Nichols, E. L. (1999): *Introduction to Supply Chain Management*. Upper Saddle River.

- Hansen, E.G./Harms, D./Schaltegger, S. (2011): Sustainable Supply Chain Management im globalen Kontext, in: *Die Unternehmung* 65(2), S. 87–110.
- Harms, D./Hansen, E.G./Schaltegger, S. (2013): Strategies in Sustainable Supply Chain Management: An Empirical Investigation of Large German Companies, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 20(4), S. 205–218.
- Heide, M./Vaaland, T.I./Grønhaug, K. (2008): The paradoxical role of competence development in supply chain management: empirical findings from Norway, in: *International Journal of Logistics: Research and Applications* 11(1), S. 1–15.
- Herrmann, J. (2010): *Supply Chain Scheduling*. Wiesbaden.
- Hong, P./Tran, O./Park, K. (2010): Electronic commerce applications for supply chain integration and competitive capabilities: An empirical study, in: *Benchmarking: An International Journal* 17(4), S. 539–560.
- Houlihan, J. B. (1985): International supply chain management, in: *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 15(1), S. 22–38.
- Huber, B./Sweeney, E. (2007): The need for wider supply chain management adoption: empirical results from Ireland, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 12(4), S. 245–248.
- Jraisat, L.E./Sawalha, I.H. (2013): Quality control and supply chain management: a contextual perspective and a case study, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 18(2), S. 194–207.
- Kersten, W./Seiter, M./von See, B./Hackius, N./Maurer, T. (Hg.) (2017): *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management*, Berlin.
- Khan A./Bakkappa, B./Metri, B.A./Sahay, B.S. (2009): Impact of agile supply chains' delivery practices on firms' performance: cluster analysis and validation, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 14(1), S. 41–48.
- Kraegpoth, T./Stentoft, J./Kronborg Jensen, J. (2017): Dynamic supply chain design: a Delphi study of drivers and barriers, in: *International Journal of Production Research* 55(22), S. 6846–6856.
- Lambert, D./Cooper, M./Pagh, J. (1998): Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities, in: *The International Journal of Logistics Management* 9(2), S. 1–19.
- Lee, H.L. (2002): Aligning supply chain strategies with product uncertainties, in: *California Management Review* 44(3), S. 105–119.
- Odongo, W./Dora, M./Molnár, A./Ongeng, D./Gellynck, X. (2016): Performance perceptions among food supply chain members: A triadic assessment of the influence of supply chain relationship quality on supply chain performance, in: *British Food Journal* 118(7), S. 1783–1799.

- Oliver, R. K./Webber, M. D. (1982): Supply-chain management: logistics catches up with strategy, in: *Outlook*, 5(1), S. 42–47.
- Olorunniwo, F.O./Li, X. (2010): Information sharing and collaboration practices in reverse logistics, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 15(6), S. 454–462.
- Pibernik, R. (2001): *Flexibilitätsplanung in Wertschöpfungsnetzwerken*, Wiesbaden.
- Porter, M. E. (2013): *Wettbewerbsstrategie*. Frankfurt am Main.
- Roos, W. (2014): *Supply Chain Integration, Einflussfaktoren und Erfolgsgrößen*. Berlin.
- Schewe, G./Nienaber, A.-M. (2011): Explikation von implizitem Wissen: Stand der Forschung zu Barrieren und Lösungsansätzen, in: *Journal für Betriebswirtschaft* 61(1), S. 37–84.
- Schulze, U. (2009): *Informationstechnologeeinsatz im Supply Chain Management*. Wiesbaden.
- Seeck, S./Groß, W./Bötzel, M./Herrmannsdörfer, M. (Hg.) (2014): *Logistik im Handel*, Berlin.
- Situm, M./Noppinger, C.M. (2019): Herausforderungen im Supply Chain Management, in: *Supply Chain Management* 88(2), S. 83–90.
- Spaho, A./Mitre, T. (2012): Supply Chain Management in Albania: An empirical Study, in: *Euro Economica* 1(31), S. 17–24.
- Sucky, E. (2020): *Supply Chain Management*, Stuttgart.
- Sun, S.-Y./Hsu, M.-H./Hwang, W.-J. (2009): The impact of alignment between supply chain strategy and environmental uncertain on SCM performance, in: *Supply Chain Management: An International Journal* 14(3), S. 201–212.
- Sundram, V.P.K.S./Ibrahim, A.R./Govindaraju, V.G.R.C. (2011): Supply chain management practices in the electronics industry in Malaysia: Consequences for supply chain performance, in: *Benchmarking: An International Journal* 18(6), S. 834–855.
- Tan, C.L./Yeo, S.F./Low, C.H. (2018): Green Supply Chain Management Practices and Organizational Performance: An Empirical Study in Malaysian Manufacturing Firms, in: *Jurnal Pengurusan* 52, S. 1–20.
- Vijayvargy, L./Agarwal, G. (2014): Empirical Investigation of Green Supply Chain Management Practices and Their Impact on Organizational Performance, in: *The IUP Journal of Supply Chain Management* 4(4), S. 25–42.
- von Deimling, C. (2019): *Komplexitätsmanagement in multinationalen Einkaufskooperationen am Beispiel des Verteidigungssektors*. Wiesbaden.
- Wagner, S.M./Bode, C. (2008): An empirical examination of supply chain performance along several demensions of risk, in: *Journal of business logistics* 29(1), S. 307–325.

- Weber, J./Wallenburg, C. M./Bühler, A./Singh, M. (Hg.) (2012): Logistik-Controlling mit Kennzahlensystemen, Berlin.
- Wittstruck, D./Teuteberg, F. (2012): Understanding the Success Factors of Sustainable Supply Chain Management: Empirical Evidence from the Electrics and Electronics Industry, in: Corporate Social Responsibility and Environmental Management 19(3), S. 141–158.
- Wong, C.W.Y./Lai, K.-H./Cheng, T.C.E. (2011): Value of Information Integration to Supply Chain Management: Roles of Internal and External Contingencies, in: Journal of Management Information Systems 28(3), S. 161–199.

Intralogistik 4.0: Die unternehmensinterne Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0

Stefan Motschenbacher

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

Vanessa Felch

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

1	Einleitung und Problemstellung	164
2	Begriffliche Grundlagen	165
3	Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik	167
4	Diskussion der Ergebnisse	178
5	Kritische Würdigung.....	181
6	Literaturverzeichnis	182

Abstract:

Industrie 4.0 sowie Digitalisierung stellen zwei Megatrends der vergangenen Jahre dar. In der Unternehmenspraxis sind diese besonders in der Produktion fortgeschritten. Keineswegs sind die beiden Trends auf die Fertigung beschränkt, sondern werden sich zwangsläufig auf andere Prozesse ausdehnen. Um die Vision zu verwirklichen, muss sich das gesamte Liefernetzwerk zu einem vernetzten Ökosystem entwickeln. Dabei spielen die Logistikprozesse eine integrale Rolle als Bindeglied zwischen den einzelnen Prozessschritten. Im Rahmen des Beitrags werden die Chancen, die der Einsatz beider Trends im Rahmen der Intralogistik bieten kann, den Herausforderungen gegenübergestellt. Um die Faktoren zu identifizieren, wurde zunächst der aktuelle Stand der Forschung mittels systematischer Literaturanalyse erhoben, ehe diese anschließend mit Einschätzungen aus der Praxis abgeglichen wurden.

JEL Classification: M29

Keywords: Intralogistik, Logistik, Digitalisierung, Industrie 4.0.

1 Einleitung und Problemstellung

„Was jetzt stattfindet – das ist ein ganz entscheidender Punkt für ein Industrieland wie Deutschland, in dem ein großer Teil der Wertschöpfung noch über die industrielle Fertigung stattfindet –, ist die Digitalisierung der Herstellungsprozesse und die Digitalisierung der Prozesse zwischen Unternehmen und Kunden.“ (Merkel 2018)

Das Zitat von Bundeskanzlerin Merkel auf dem Digitalgipfel in Nürnberg verdeutlicht den Stellenwert, der der Digitalisierung für die Industrienation Deutschland beigemessen wird. Das produzierende Gewerbe stellt mit einem Anteil von 26 % am Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2018 einen wichtigen Wirtschaftsbereich in Deutschland dar (vgl. Statistisches Bundesamt 2019, S. 3). Dieser Wirtschaftsbereich steht vor neuen Herausforderungen. Höherer Wettbewerbs- und Kostendruck, der zunehmende Wunsch nach individualisierten Produkten und die damit verbundene Komplexitätssteigerung in der Produktion sowie kürzere Produktlebenszyklen sind nur einige dieser Herausforderungen (vgl. Obermaier 2017, S. 10–12).

Durch die Digitalisierung im industriellen Kontext sollen Unternehmen zukünftig in der Lage sein, diesen Herausforderungen zu begegnen, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. Roth 2016, S. 5). Die Potenziale, die sich durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 für das produzierende Gewerbe ergeben, sind bekannt. Gesteigerte Flexibilität und Produktivität sowie die effizientere Nutzung von Ressourcen sollen den Wunsch nach kundenindividuellen Produkten Realität werden lassen (vgl. Kagermann 2014, S. 607).

Aus dem Zitat der Bundeskanzlerin, als auch aus den Herausforderungen und Potenzialen wird ersichtlich, dass bisher Produktions- und Herstellungsprozesse verstärkt im Fokus der Betrachtung rund um die Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 standen. Für die Realisation der genannten Potenziale ist jedoch auch eine in gleichem Maße flexible und vernetzte Logistik Voraussetzung (vgl. Dudczig et al. 2016, S. 449). Dabei erfuhr bisweilen der Bereich der unternehmensinternen Logistik im Rahmen der Digitalisierung und Industrie 4.0 wenig Beachtung. Dies ist zugleich auch verwunderlich, zumal der Logistikbereich „[...] als herausragende Anwendungsdomäne der vierten industriellen Revolution [...]“ (ten Hompel und Henke 2014, S. 607) angesehen wird.

Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen dieses Beitrags der Fokus auf diesen speziellen Teilbereich der Logistik gelegt werden. Ziel ist es, die Auswirkungen, die sich durch Digitalisierung und Industrie 4.0 für die Intralogistik ergeben, zu untersuchen. Im Speziellen sollen die mit den beiden Megatrends Digitalisierung und Industrie 4.0 verbundenen Herausforderungen und Risiken sowie die Chancen und Potenziale aufgezeigt werden.

2 Begriffliche Grundlagen

Kapitel 2 dient dazu, ein einheitliches Verständnis der für diesen Beitrag relevanten Begriffe zu etablieren. Zunächst werden in Abschnitt 2.1 die beiden Begriffe Digitalisierung und Industrie 4.0 thematisiert. Abschnitt 2.2 beschäftigt sich mit dem Begriff der Intralogistik und dessen Einordnung in das Feld der Logistik.

2.1 Digitalisierung und Industrie 4.0

Die momentane Verwendung des Begriffs Digitalisierung als auch des Zusatzes 4.0 kann als nahezu inflationär bezeichnet werden (vgl. Heuermann et al. 2018, S. 9; Bousonville 2017, S. 3). „Digital Natives“, „Digitalklausur“, „Mittelstand 4.0“ oder auch „Hochschule 4.0“ sind nur einige Beispiele, die hier zu nennen sind (vgl. Mertens und Barbian 2016, S. 305). Auffällig ist, dass trotz des häufigen Gebrauchs bisweilen kein einheitliches Begriffsverständnis existiert (vgl. Wolf und Strohschen 2018, S. 57; Ittermann und Niehaus 2018, S. 35).

Als Urheber der Digitalisierung kann Gottfried Wilhelm Leibniz angesehen werden, welcher erstmals arabische Zahlen mittels eines Binärcodes, einer Sequenz aus 0 und 1, darstellte (vgl. Vogelsang 2010, S. 7; Becker und Pflaum 2019, S. 6). In der heutigen Zeit kann die Digitalisierung grundsätzlich auf zwei unterschiedliche Arten definiert werden. Aus einer eher technischen Sicht heraus wird die Digitalisierung „[...] als Umwandlung von analogen Signalen in digitale Daten“ (Loebbecke 2006, S. 360) verstanden. Eine umfangreichere und für diesen Beitrag zweckdienlichere Definition liefern Kersten et al. (2017). Demnach wird die Digitalisierung im weitesten Sinn als Transformationsprozess verstanden, der „[...] die Veränderung von Wertschöpfungsprozessen durch die Weiterentwicklung bestehender und Implementierung neuer digitaler Technologien, Anpassungen der Unternehmensstrategien auf Basis digitalisierter Geschäftsmodelle sowie den Erwerb der dafür erforderlichen Kompetenzen bzw. Qualifikationen [beschreibt]“ (Kersten et al. 2017, S. 51).

Der Begriff Industrie 4.0 steht als Synonym für die vierte industrielle Revolution (vgl. Roth 2016, S. 5). Zurückzuführen ist dieses Schlagwort auf die Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, als Bestandteil einer Handlungsempfehlung an die Bundesregierung aus dem Jahr 2011 (vgl. Kagermann et al. 2011, S. 2). Erstmals im Rahmen der Hannover Messe 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt (vgl. Siepmann 2016, S. 20), beschreibt Industrie 4.0 als Teil der Hightech-Strategie 2020, ein Zukunftsprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (vgl. Lasi et al. 2014, S. 262). Eng in Verbindung mit dem Thema Industrie 4.0 stehen ebenfalls die Begriffe Cyber-physische Systeme (CPS), Internet of Things (IoT) und Smart Factory, welche als Kernkomponenten bezeichnet werden können (vgl. Hermann et al. 2015, S. 8). Bei Cyber-physischen Systemen handelt es

sich um „[...] mit einer eigenen dezentralen Steuerung (engl. embedded systems) versehene intelligente Objekte, welche in einem Internet der Daten und Dienste miteinander vernetzt sind und sich selbstständig steuern“ (Spath et al. 2013, S. 23). In einem Atemzug mit Cyber-physischen Systemen ist das Internet der Dinge zu nennen, welches die Kommunikations- und Vernetzungsplattform dieser intelligenten Objekte darstellt (vgl. Bauernhansl 2014, S. 16). Wird beides in einen produktionsorientierten Kontext eingebettet, so entsteht die Smart Factory (vgl. Geisberger und Broy 2012, S. 29; Hermann et al. 2015, S. 10). Die Vision ist die Schaffung eines intelligenten Produktionsumfeldes, in welchem eine durchgängige Vernetzung der unterschiedlichen CPS, in Form von Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, entlang der gesamten innerbetrieblichen Wertschöpfungskette gegeben ist (vgl. Kagermann et al. 2013, S. 18). Nachdem die Herkunft des Begriffes Industrie 4.0 sowie die damit verbundenen Kernkomponenten erläutert wurden, soll abschließend eine für diesen Beitrag geeignete Definition gegeben werden. Hierfür erscheint der definitorische Ansatz von Sucky et al. (2016) gut geeignet, da neben einer eigentlichen Definition des Begriffes Industrie 4.0 ebenfalls noch die wesentlichen Komponenten sowie die sich daraus ergebenden Möglichkeiten in Bezug auf zukünftige, marktseitige Herausforderungen miteinbezogen werden. Demnach wird Industrie 4.0 in diesem Beitrag verstanden als „[...] *vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks über den Lebenszyklus von Produkten hinweg. Diese wird durch die Integration von Cyber-Physischen Systemen in Produktion und Logistik sowie durch die Anwendung des Internets der Dinge als Infrastruktur ermöglicht. Dadurch werden alle an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen miteinander vernetzt, Informationen in Echtzeit bereitgestellt und durch die autonome Interaktion der Instanzen sowie deren Selbststeuerung ein besserer Wertschöpfungsfluss gewährleistet. Diese Voraussetzungen sind notwendig, um individualisierte Produkte in einer hoch flexiblen (Großserien-)Produktion fertigen zu können*“ (Sucky et al. 2016, S. 252).

2.2 Intralogistik

Die Entstehung des Begriffes Intralogistik kann auf das Jahr 2003 datiert werden, in dem dieser im Rahmen einer Pressekonferenz anlässlich der CeMAT 2005 erstmalig Verwendung fand (vgl. Arnold 2006, S. 1). Nach der Definition des Verbands Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA) beschreibt die Intralogistik „[...] *die Organisation, Steuerung, Durchführung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, der Informationsströme sowie des Warenumschlags in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtungen*“ (VDMA 2019) und ist als Teil der Unternehmenslogistik von der externen (Transport-)Logistik abzugrenzen (vgl. Martin 2016, S. 4; Miebach und Müller 2006, S. 21). Grundsätzlich ist die Intralogistik für sämtliche

Logistikprozesse innerhalb der Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Distribution verantwortlich (vgl. Martin 2016, S. 9). Abbildung 1 veranschaulicht diese in der Literatur als phasenspezifische Sicht der Logistik bezeichnete Zuordnung grafisch, da hierbei der Güterfluss, ausgehend vom Beschaffungs- hin zum Absatzmarkt, unterschiedliche Phasen durchläuft (vgl. Pfohl 2018, S. 16).

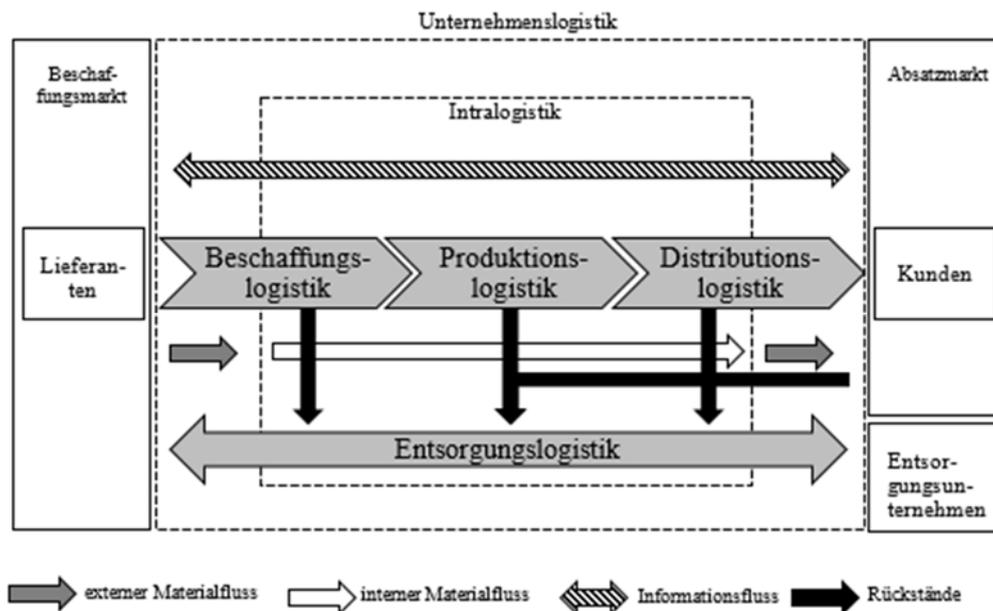


Abbildung 1: Einordnung der Intralogistik innerhalb der Unternehmenslogistik (Quelle: in Anlehnung an Martin 2016, S. 4–5 und Kummer et al. 2019, S. 426)

3 Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik

Gegenstand von Kapitel 3 ist die Untersuchung des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Um an die bereits vorhandene Forschung zu diesem Thema anzuknüpfen, wird im ersten Teil des dritten Kapitels (Abschnitt 3.1) eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Das bereits vorhandene Wissen soll als Basis für den weiteren Gang der Untersuchung dienen. Dieser gestaltet sich in Abschnitt 3.2 durch die Erhebung von Einschätzungen aus der betrieblichen Praxis. Hierfür werden im Rahmen des Forschungsvorhabens Experten aus Unternehmen befragt. Das damit verfolgte Ziel ist zum einen die Generierung neuer Erkenntnisse, zum anderen die Validierung bereits vorhandenen Wissens. Am Ende von Kapitel 3 soll ein umfängliches Bild des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die unternehmensinterne Logistik vorhanden sein.

3.1 Systematische Literaturanalyse zum Stand der Forschung

Die durchgeführte systematische Literaturanalyse orientiert sich an dem methodischen Vorgehen von Cooper und Hedges (1994). Diese unterteilen den Analyseprozess in insgesamt fünf Schritte: (1) Problemformulierung, (2) Literaturrecherche, (3) Datenauswertung, (4) Datenanalyse und –interpretation sowie (5) Darstellung der Ergebnisse (vgl. Cooper und Hedges 1994, S. 9–13). Dabei werden in dem vorliegenden Beitrag die Schritte (4) und (5) zu einem Schritt zusammengefasst und als (4) Analyse und Darstellung der Ergebnisse bezeichnet.

(1) Problemformulierung

Im Fokus der hier durchgeführten Literaturanalyse steht der aktuelle Forschungsstand zum Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Im Speziellen sollen wissenschaftliche Beiträge identifiziert werden, die sich mit den Herausforderungen und Risiken sowie den Chancen und Potenzialen befassen, die sich für die Intralogistik ergeben.

(2) Literaturrecherche

Um relevante Quellen zu finden, wird im Rahmen der hier durchgeführten Literaturanalyse auf verschiedene elektronische Datenbanken zurückgegriffen. Diese sind: Scopus, Web of Science, Business Source Ultimate (via EBSCO) sowie Econbiz. Innerhalb der Datenbanken erfolgt die Suche mittels Stichwortkombinationen. Die einzelnen Stichwörter lassen sich aus der zu untersuchenden Problemstellung ableiten und decken die Bereiche Logistik, Digitalisierung und Industrie 4.0 ab. Unter Verwendung verschiedener boolescher Operatoren wurde folgender Suchstring entwickelt:

(Intralogisti* OR Logisti*) AND („Industr* 4.0“ OR Cyber-physi* OR Digital* OR „Internet of Things“ OR „Smart Factory“) OR „Logisti* 4.0“

Der Suchstring wurde bei der Suche ausschließlich auf den Titel eines Beitrags angewendet. Weiterhin musste ein Beitrag folgende Inklusionskriterien erfüllen, um in die Literaturanalyse aufgenommen zu werden:

- Veröffentlichung in wissenschaftlicher Zeitschrift oder Tagungsband
- Sprache: Deutsch oder Englisch und
- Veröffentlichung ab 2011.

(3) Datenauswertung

Durch die Anwendung des Suchstrings in den zuvor genannten Datenbanken konnten insgesamt 432 Treffer identifiziert werden. Einen Überblick über die Verteilung der Treffer liefert Tabelle 1. Zur weiteren Auswertung wurden die Suchergebnisse in das Literaturverwaltungsprogramm Citavi importiert und anschließend mittels Exportfunktion in Excel überführt. In einem nächsten Schritt wurden die erzielten Treffer

hinsichtlich ihrer thematischen Eignung untersucht. Hierfür wurde analog zur Vorgehensweise von Pittaway et al. (2004) zuerst der Titel und im Anschluss daran der Abstract auf Relevanz überprüft (vgl. Pittaway et al. 2004, S. 139).

Datenbank	Treffer	Relevanz Titel	Relevanz Abstract	Relevanz Inhalt
Scopus	242	115	74	9
Web of Science	156	67	39	7
Business Source Ultimate	13	13	11	2
Econbiz	21	13	9	1
Summe	432	208	133	19

Tabelle 1: Ergebnis der Datenbanksuche (Quelle: eigene Darstellung)

Nach Durchsicht aller Titel konnten in einem ersten Filterungsprozess 224 Beiträge ausgeschlossen werden, die aufgrund des Titels keine inhaltliche Eignung des Beitrags vermuten ließen. Nach Lesen des Abstracts konnten weiterhin 75 nicht relevante Beiträge identifiziert werden, die dementsprechend ausgeschlossen wurden. Die restlichen 133 Beiträge wurden einer Volltextanalyse unterzogen. Hierbei wurde jeder Beitrag gelesen und auf seinen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage untersucht. Somit konnten weitere 114 Beiträge exkludiert werden. Final wurden insgesamt 19 Beiträge identifiziert. Nach Bereinigung der Dubletten reduzierte sich die Anzahl auf letztendlich 12 Beiträge, die in die Literaturanalyse aufgenommen wurden.

(4) Analyse und Darstellung der Ergebnisse

Analog zum Vorgehen von Becker et al. (2018) sollen die erzielten Treffer zunächst einer deskriptiven Analyse unterzogen werden (vgl. Becker et al. 2018, S. 84). Eine frühe Veröffentlichung stammt dabei aus dem Jahr 2011 (vgl. Abbildung 2). In den Jahren 2012, 2013 und 2014 wurden keine relevanten Beiträge veröffentlicht. Ab dem Jahr 2015 ist ein gestiegenes Interesse an der Thematik festzustellen, mit einem konstanten Anstieg an relevanten Publikationen. Lediglich das Jahr 2016 sowie 2019 stellen dabei Ausnahmen dar. Grund für letzteres ist, dass die Literaturrecherche im Januar 2019 abgeschlossen wurde, was vermuten lässt, dass im laufenden Kalenderjahr weitere relevante Beiträge veröffentlicht werden. Die maximale Anzahl von insgesamt vier Beiträgen wurde im Jahr 2018 erzielt.

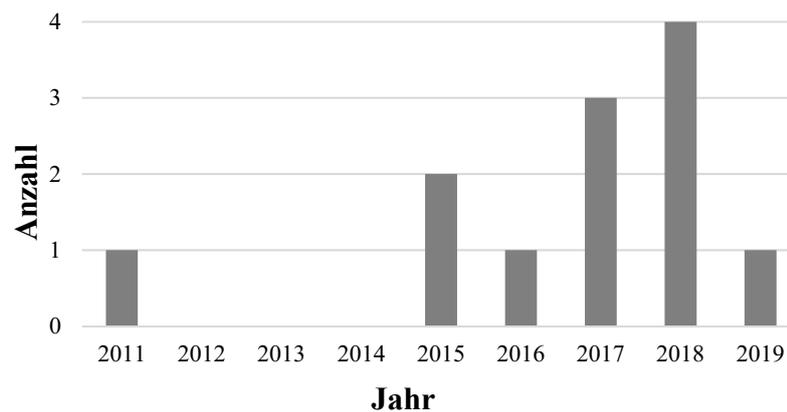


Abbildung 2: jährliche Verteilung der Beiträge (Quelle: eigene Darstellung)

Da neben Artikeln aus wissenschaftlichen Zeitschriften ebenfalls Konferenzbeiträge in die Literaturanalyse miteinbezogen wurden, soll an dieser Stelle eine kurze Übersicht zur Verteilung der insgesamt 12 Publikationen gegeben werden. Acht Beiträge (67 %) wurden in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert. Die verbleibenden vier Beiträge (33 %) wurden in Konferenz- bzw. Tagungsbänden veröffentlicht.

Aus inhaltlicher Sicht konnten auf Basis der aus den identifizierten Publikationen gesammelten Aussagen insgesamt fünf Themenkomplexe gebildet werden. Auf Seiten der Herausforderungen und Risiken, welche sich für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ergeben, stehen die Themen Kosten, Mitarbeiter sowie Markt und Technologie. Bezüglich der Chancen und Potenziale werden die Themen Effizienz und Transparenz sowie ebenfalls Mitarbeiter genannt. Diesen Themenkomplexen konnten wiederum insgesamt 12 Aussagen zugeordnet werden, die sich in den unterschiedlichen Publikationen finden. Eine Übersicht hierzu liefern die Tabellen 2 und 3.

#	Thema	Aussage	Quelle
I	Kosten	Digitalisierung und Industrie 4.0 erfordern Investitionen in digitale Technologien und in den Ausbau von IT-Infrastrukturen. Dies stellt aus ökonomischer Sicht eine wesentliche Herausforderung dar.	Hofmann und Rüsçh (2017), Tu (2018), Endres und Sejdíć (2018), Schmidtke et al. (2018), Tu et al. (2018)
II	Mitarbeiter	In Zukunft steigen die Anforderungen an Mitarbeiter im Bereich der Intralogistik durch den Einsatz digitaler Technologien. In Folge dessen muss auch das Qualifikationsniveau der Mitarbeiter steigen	Bauer und Klapper (2019), Hausladen (2017), Hofmann und Rüsçh (2017)
III		Operative Logistikprozesse werden zunehmend von autonomen, intelligenten Maschinen durchgeführt. Der Mensch nimmt vermehrt strategische Aufgaben wahr.	ten Hompel und Kerner (2015), Hofmann und Rüsçh (2017)
IV		Die voranschreitende Automatisierung führt zu einem Stellenabbau.	Bauer und Klapper (2019)
V		Der vermehrte Einsatz von Assistenzsystemen birgt das Risiko einer Abwertung der menschlichen Arbeit.	Bauer und Klapper (2019)
VI		Die Arbeitsbereiche zwischen Mensch und Maschine werden stärker miteinander verschmelzen.	ten Hompel und Kerner (2015), Hausladen (2017)
VII	Markt und Technologie	Die zunehmende Komplexität der Produktionsprozesse hemmt die Anwendbarkeit von Technologien und Konzepten der Industrie 4.0 speziell im Bereich der Produktionslogistik	Hofmann und Rüsçh (2017), Strandhagen et al. (2016), Strandhagen et al. (2017)
VIII		Die gestiegenen Ansprüche der Kunden bzgl. Individualisierungsmöglichkeiten sowie der Logistikleistung stellen in Zukunft eine wesentliche Herausforderung dar	Schmidtke et al. (2018)
IX		Durch die Vielzahl an technischen Hilfsmitteln in der Intralogistik besteht das Risiko einer technologischen Abhängigkeit, sodass bei einem Ausfall die Arbeit nicht fortgeführt werden kann.	Bauer und Klapper (2019)

Tabelle 2: Herausforderungen und Risiken für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 (Quelle: eigene Darstellung)

#	Thema	Aussage	Quelle
X	Effizienz und Transparenz	Durch den zunehmenden Einsatz von Cyber-physischen Systemen können zukünftig effizientere sowie transparentere Material- und Informationsflüsse realisiert werden.	Hofmann und Rüsç (2017), Klötzer und Pflaum (2015), Schmidtke et al. (2018), ten Hompel und Kerner (2015)
XI		Der vermehrte Einsatz von Arbeitsassistenzsystemen führt in Zukunft vor allem in den Bereichen des Wareneingangs/-ausgangs sowie der Kommissionierung zu effizienteren und fehlerreduzierten Prozessen.	Endres und Sejdí (2018), Günthner et al. (2011), Hausladen (2017)
XII	Mitarbeiter	Das Anlernen von neuen oder auch geringer qualifizierten Arbeitnehmern wird durch moderne Arbeitsassistenzsysteme erleichtert werden.	Endres und Sejdí (2018), Bauer und Klapper (2019)

Tabelle 3: Chancen und Potenziale für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0
(Quelle: eigene Darstellung)

3.2 Einschätzungen aus der Praxis

Nachdem in Abschnitt 3.1 mittels einer systematischen Literaturlanalyse der aktuelle Stand der Forschung zum Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik, mit Fokus auf Herausforderungen und Risiken sowie Chancen und Potenzialen abgebildet wurde, umfasst dieser Abschnitt den empirischen Teil des vorliegenden Artikels. Aufgrund des relativ geringen Forschungsstandes zur untersuchten Fragestellung, wird hier bewusst ein qualitativer Ansatz gewählt (vgl. Becker et al. 2017, S. 16).

#	Position	Unternehmen	Branche	Größe
1	Logistikkoordinator	A	Lebensmittel	mittel
2	Einkaufs- und Logistikleiter	B	Maschinenbau	mittel
3	IT-Leiter	B	Maschinenbau	mittel
4	Assistent Geschäftsführung	C	Lebensmittel	groß
5	Logistikleiter	C	Lebensmittel	groß
6	SAP-Koordinator	D	Automotive	groß
7	Manager	E	Automotive	groß
8	Unternehmensleitung	F	Fahrzeug-/Gebäudetechnik	mittel

Tabelle 4: Beschreibung der interviewten Experten (Quelle: eigene Darstellung)

Das empirische Vorgehen ist hierbei zweigeteilt. In einem ersten Schritt wurden mittels leitfadengestützter Experteninterviews insgesamt acht Praxisvertreter zu den

Herausforderungen und Risiken sowie den Chancen und Potenzialen, welche sich durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 für die Intralogistik ergeben, befragt. Tabelle 4 enthält eine Charakterisierung der Interviewpartner. Hierbei wurden sowohl der Name des Unternehmens als auch der Name der Gesprächspartner anonymisiert. Im Anschluss an die geführten Interviews wurden den befragten Experten die auf Basis der Literaturanalyse abgeleiteten Aussagen zur Bewertung vorgelegt. Die Ergebnisse der Experteninterviews sollen im Folgenden, analog zum Vorgehen der Literaturanalyse, gesondert betrachtet werden und in die Unterpunkte Herausforderungen und Risiken sowie Chancen und Potenziale gegliedert werden.

Herausforderungen und Risiken

Ein erster Themenkomplex, der sich aus den Interviews ableiten lässt, beschäftigt sich mit den Kosten. Fokussiert wird dabei das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen von Investitionen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0. Ein konkretes Beispiel hierzu benennt Experte 7 (Unternehmen E). Aus Sicht des Kosten-Nutzen-Verhältnisses muss das von Unternehmen E verfolgte Projekt der Implementierung eines Arbeitsassistenzsystems für den Bereich des Warenausgangs zum jetzigen Zeitpunkt als eher negativ bewertet werden. Auch Experte 1 betrachtet die Kostenaspekte vom spezifischen Standpunkt seines Unternehmens (A) aus und sieht den notwendigen Kapitaleinsatz zur Realisierung diverser Digitalisierungs- und 4.0-Projekte als hindernden Faktor an.

Weiterhin werden aus Sicht der Praxis Herausforderungen und Risiken adressiert, die innerhalb der Intralogistik zu meistern bzw. zu beachten sind und den Menschen und Mitarbeiter betreffen. Ein Vergleich der Interviews macht deutlich, dass das zukünftige Anforderungsprofil eine wesentliche Herausforderung für den Menschen selbst als auch für das jeweilige Unternehmen darstellt. Bezogen auf den Menschen selbst ist hier vor allem der Umgang mit modernen Technologien zu nennen. Exemplarisch können für diese Argumentation folgende Aussagen herangezogen werden:

„Ja, ein Problem wird sein, dass die Arbeitsplätze immer anspruchsvoller werden. Also wenn ein Arbeitsplatz da ist, dann muss er heutzutage top mit dem PC umgehen können.“ (Experte 4)

„[...] der, der sich heute mit verschiedenen modernen Medien noch schwerer tut, der wird sich auch in der Intralogistik mit diesen ganzen Medien schwerer tun.“ (Experte 2)

Experte 4 führt diese mitarbeiterspezifische Herausforderung logisch zu Ende und konstatiert, dass Menschen, die diesem Anforderungsprofil nicht entsprechen, zukünftig mit Problemen bei der Arbeitssuche oder bei der Ausübung der Arbeit selbst konfrontiert werden. Eine Lösung der Problematik liegt nach Meinung von Experte 3

sowie Experte 8 in der Schulung der Mitarbeiter, was jedoch nach Aussage von Experte 4 nur bedingt als Lösungsansatz angesehen werden kann:

„[...] man wird nicht jeden zu allem schulen können“ (Experte 4)

Im gleichen Zug spricht Experte 3 hier von einem Generationenthema, womit der Vorteil der jungen Generation im Umgang mit neuen Technologien gemeint ist. Diese Sicht teilt auch Experte 2, der die zuvor genannte Problematik vorwiegend auf die ältere Mitarbeitergeneration zurückführt. Neben diesen den Menschen oder Mitarbeiter betreffenden Herausforderungen und Risiken existieren dabei auch jene, die aus Arbeitgeber- bzw. Unternehmenssicht relevant sind. Experte 1 und 4 sprechen in diesem Zusammenhang von einem zukünftig erhöhten Bedarf an Fachkräften aus dem Bereich der Informations- und Elektrotechnik sowie der Ingenieurwissenschaften. Fragwürdig ist, ob diese Nachfrage auch künftig vom Arbeitsmarkt gedeckt werden kann.

Aus Sicht der betrieblichen Praxis ein ebenfalls relevantes Thema ist das der Datensicherheit bzw. des Datenschutzes sowie deren bzw. dessen Verwendung und Austausch. Nach Aussagen von Experte 4 ist die Datensicherheit besonders relevant, da die Nutzung von Cloud-Dienstleistern immer mehr an Bedeutung gewinnt. Dem entsprechend gilt es, wirksame Abwehrmechanismen zu etablieren, um so die Sicherheit der Daten gegen Angriffe von außen zu gewährleisten. Gleichzeitig sieht Experte 1 diese Datensicherheit auch als Voraussetzung für den Austausch der Daten. Zukünftig wird es seiner Meinung nach auf die Bereitschaft der einzelnen Unternehmen ankommen, Daten freizugeben, was letztendlich nur geschieht, wenn ein gewisses Maß an Sicherheit gegeben ist. Für Experte 2 stellt schließlich die Nutzung und Verwendung der gesammelten Daten eine wesentliche Herausforderung dar. Dahingehend kritisiert er, dass momentan lediglich eine Anhäufung großer Datenmengen stattfindet, deren zielgerichtete Verwendung oftmals mit Schwierigkeiten behaftet ist. Abschließend fasst er zusammen:

„Und das ist die Herausforderung. Aus diesen gesammelten Daten Vorteile zu generieren.“ (Experte 2)

Auch treffen die Experten Aussagen bezüglich intralogistischer Herausforderungen und Risiken, die zum einen auf den Markt, respektive den Kunden zurückzuführen sind. Andererseits haben diese ihren Ursprung im Einsatz von Technologien zur Unterstützung der unternehmensinternen Logistik. In Zukunft, so Experte 5, wird die Geschwindigkeit eine entscheidende Rolle spielen. Experte 4 fügt dem noch den Begriff der Flexibilität hinzu. Der Anspruch des Kunden in der heutigen Zeit ist es, möglichst kurze Lieferzeiten zu haben. Damit einher geht der Wunsch nach maßgeschneiderten, speziell auf den Kunden zugeschnittenen Produkten. Zurückzuführen ist diese Entwicklung nach Ansicht von Experte 4 auf den zunehmenden Onlinehandel. Hier zählen same-day-delivery oder next-day-delivery bereits zum Standard.

Dieser Branchenstandard des E-Commerce überträgt sich dabei zunehmend auf den industriellen Bereich. Daneben existieren auf technologischer Seite zum Teil noch Unklarheiten bezüglich des Nutzens, der sich durch die Verwendung moderner Technologien innerhalb der Logistik realisieren lässt, bzw. ob die technische Umsetzung bereits möglich ist:

„[...] also ich habe noch nicht den Nutzen erkannt, den ich habe, mit irgendeiner VR-Brille hier in der Logistik. Also [...] das mit den Google-Glasses mit Pick-by-Vision, wenn er mir jetzt anzeigt: wo muss ich hinfahren. Und das visuell bestätigt. Da sage ich: ja. Aber ob das momentan schon so funktioniert wage ich auch zu bezweifeln.“ (Experte 4)

Auch das Nichtvorhandensein entsprechender Infrastruktur stellt aus Sicht von Experte 1 ein wesentliches Hindernis dar, welches den Einzug der Digitalisierung in die Logistik bremst. Hierbei zieht er eine Analogie zur vielfach geforderten Elektromobilität:

„[...] am Ende gibt es die Voraussetzung gar nicht, dass jeder ein Elektroauto ab sofort fahren würde. Weil einfach die Infrastruktur dementsprechend noch nicht da ist. Und ähnlich ist es da auch mit der Digitalisierung [...].“ (Experte 1)

Darüber hinaus wird auch die technologische Abhängigkeit als Risikofaktor wahrgenommen. So laufen beispielsweise alle relevanten Systeme von Unternehmen C über ein zentrales Rechenzentrum. Bei einem in der Vergangenheit bereits vorgekommenen Ausfall entstehen somit in kurzer Zeit enorme Verluste:

„Wenn im Rechenzentrum irgendetwas ist, dann steht die komplette Firma. Dann arbeitet niemand mehr.“ (Experte 4)

Auch Experte 8 betrachtet diese Abhängigkeit als Risiko. Besonderen Wert wird daher in Unternehmen F, als Lösung dieser Problematik, auf das Prozessverständnis der Mitarbeiter gelegt, sodass diese bei einem Ausfall den entsprechenden Ablauf auch ohne technische Unterstützung bewältigen können.

Des Weiteren spielen bei einer Umsetzung der Digitalisierung und 4.0-Konzepten auch unternehmensspezifische Faktoren und Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle. Experte 8 führt an, dass eine Herausforderung darin besteht, die für das eigene Unternehmen entsprechenden Lösungen zu finden. Dies begründet er damit, dass zwar Standardlösungen vorhanden sind, diese jedoch oftmals aufgrund der Gegebenheiten des Unternehmens nicht oder nur unzureichend anwendbar sind. Diese Herausforderung hat ebenfalls für Unternehmen C eine Bedeutung. Aufgrund dessen, dass bei C im Einschicht-Betrieb gearbeitet wird, erscheinen Automatisierungslösungen für die interne Logistik nicht rentabel. Folgendes Zitat kann hier angeführt werden:

„[...] alles, was ich an Robotern oder sonstiges betrachte, rentiert sich schon einmal nicht. Ohne das zu betrachten, kann ich sagen, es rentiert sich nicht, weil wir nur eine Schicht arbeiten.“ (Experte 4)

Weiterhin spielt für Unternehmen C, in Bezug auf Automatisierungen, auch die Komplexität, bedingt durch ein großes Produktspektrum, eine entscheidende Rolle. Hier wurden bereits in der Vergangenheit Überlegungen angestellt, bestimmte, vorwiegend unergonomische Arbeitsabläufe in der unternehmensinternen Logistik zu automatisieren. Dies wurde jedoch aufgrund der schlechten Umsetzbarkeit, wiederum bedingt durch die dort herrschenden komplexen Materialflüsse verworfen. Mit Blick auf den internen Transport spielt ferner auch das Layout des Betriebs eine Rolle, sodass es unter Umständen problematisch sein kann, in bereits bestehende Räumlichkeiten Automatisierungen zu implementieren:

„[...] wenn ich auf der grünen Wiese einen Bau explizit danach ausrichte, dann ist es sicherlich viel einfacher. Weil bei uns viel zu viele Unwägbarkeiten sind [...].“ (Experte 4)

Experte 3 verweist in diesem Zusammenhang ebenfalls darauf, dass die beiden Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 in Abhängigkeit des jeweiligen Produktionstyps betrachtet werden müssen:

„Ich sage als Serienfertiger ist es sehr interessant. [...] Als Einzelfertiger muss man das [...] differenziert betrachten [...].“ (Experte 3)

Chancen und Potenziale

In der intralogistischen Praxis besonders relevant erscheint die durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ermöglichte Steigerung der Effizienz sowie Erhöhung der Transparenz. Die Effizienzsteigerung kommt dabei in unterschiedlichen Kontexten zur Anwendung, lässt sich jedoch grundsätzlich auf Einsparungspotenziale, beschleunigte Prozesse und Fehlervermeidung zurückführen. Experte 7 bezieht sich dabei konkret auf die Chancen des bereits von seinem Unternehmen angewendeten 3D-Drucks. Eine Ausweitung dieser Technologie auf weitere Teile, besonders auf jene, welche viel Lagerplatz beanspruchen, birgt zukünftig das Potenzial zu Flächeneinsparungen und somit geringeren Lagerhaltungskosten. Auch Experte 2 führt die Möglichkeit zur Bestandsreduktion an. Neben diesen Einsparungspotenzialen, die sich vorwiegend innerhalb des Lagers realisieren lassen, schlägt sich diese Effizienz in einer Beschleunigung von Prozessen nieder. Am Beispiel von Unternehmen E aus der Automotive-Branche werden hier Überlegungen bezüglich der Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen im Bereich des Warenausgangs angestellt. Dieses bereits zuvor benannte Put-to-Light-System soll durch Lichtsignale an der entsprechenden Ladeeinheit eine schnellere Zuordnung der Waren ermöglichen. Ein weiterer Vorteil, der sich hierdurch ergibt, ist die Vermeidung von Fehlern seitens der Mitarbeiter, da diese im

Falle einer falschen Zuordnung sofort Rückmeldung erhalten. Dies stellt zugleich die dritte Effizienzquelle dar und wird ebenfalls von Experte 8 thematisiert, der sich ebenso auf den Menschen bezieht:

„Dadurch, dass ich [...] den Auftrag nur einmal erfassen muss und der Rest dann relativ digital, automatisiert durchlaufen kann, habe ich nur noch eine Fehlerquelle. Wenn ich zwischendrin zum Auslagern, oder zum Rohstoffe ermitteln, immer wieder auf die menschliche Ressource zugreife, könnte ich jedes Mal wieder einen Fehler machen.“ (Experte 8)

Weiterhin beziehen sich die interviewten Experten mehrfach auf das Thema Transparenz. Besonders für Unternehmen D, welches als Zulieferer in der Automotive-Branche agiert, ist diese Transparenz und Nachverfolgbarkeit der Materialflüsse von enormer Bedeutung, da dies oftmals einen wichtigen, von den Kunden geforderten Faktor, darstellt. In Zukunft, so Experte 6, soll es möglich sein im Falle einer Rückrufaktion die betroffenen Produkte hinreichend eingrenzen zu können.

Ein weiterer Themenkomplex, der sich aus den Aussagen der Experten bilden lässt, kann als Big Data bezeichnet werden. Dies knüpft zugleich auch an der bereits zuvor als herausfordernd dargestellten Datenverwendung an. Für Experte 1 stellen vor allem die Entwicklungen im Hard- und Softwarebereich eine wesentliche Chance dar, diese Flut an Daten zu bewältigen. Eine zielgerichtete und wenn möglich auch standardisierte Form der Datenauswertung – nach dem Motto „je mehr, desto besser“ – ermöglicht es seiner Ansicht nach, Ineffizienzen aufzudecken. Auch Experte 4 sieht in diesen zur Verfügung stehenden Datenmengen neue Potenziale, zum Beispiel hinsichtlich der Erkennung von Mustern. Als konkreten Anwendungsfall nennt er dabei den Bereich der Kommissionierung. Hier kann die Mustererkennung Aufschluss über Saisonalitäten oder häufig gemeinsam gepickte Artikel geben. Dies ermöglicht im Umkehrschluss eine Optimierung der Lagerplatzanordnung, was sich positiv auf die zurückgelegte Wegstrecke der Kommissionierer auswirken kann.

Im Hinblick auf die Chancen und Potenziale, die sich dem Themenkomplex Mitarbeiter zuordnen lassen, treffen lediglich die Experten 4 und 7 eine Aussage. Beide beziehen sich dabei auf Arbeitsassistenzsysteme in der Intralogistik. Für Experte 4 beinhalten diese das Potenzial, die Arbeit für den Menschen zu erleichtern. Dabei spricht er sich ganz klar dafür aus, dass hierdurch keine Abwertung der menschlichen Arbeit zu befürchten ist. Experte 7 bezieht sich ebenfalls auf Arbeitsassistenzsysteme und sieht die wesentliche Chance in der Verwendung solcher Systeme zum Anlernen und Einarbeiten neuer Mitarbeiter.

Evaluation der theoretischen Aussagen

Nach Abschluss des offenen Interviewteils wurden die Experten mit den Aussagen, die auf Basis der Theorie abgeleitet wurden, konfrontiert. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tabelle 5 zu finden.

#	Unternehmen	Aussagen											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	A	+	++	+	0	+	+	-	+	++	+	++	+
2	B	+	++	-	0	+	+	+	++	++	++	+	++
3	B	+	+	-	--	--	-	-	-	+	+	-	-
4	C	++	+	0	0	-	+	0	++	++	+	+	-
5	C	++	+	+	+	-	+	-	++	++	+	++	+
6	D	++	+	+	++	+	0	+	++	++	+	++	++
7	E	++	++	++	+	--	++	--	++	++	++	++	++
8	F	+	-	-	-	--	-	+	++	++	+	++	++

Legende: ++ stimme absolut zu + stimme zu 0 weiß nicht - lehne ab -- lehne stark ab

Tabelle 5: Evaluation der literaturbasierten Aussagen (Quelle: eigene Darstellung)

Dabei erhalten besonders die Aussagen I, IX und X besonders großen Zuspruch. Ein eher differenziertes Antwortverhalten ist bezüglich der Aussagen IV, V und VII festzustellen. Den verbleibenden Aussagen wird jedoch mehrheitlich zugestimmt.

4 Diskussion der Ergebnisse

Nachdem in Kapitel 3 dieses Beitrags zunächst mittels einer systematischen Literaturanalyse der aktuelle Forschungsstand zur Intralogistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 dargestellt wurde und im Anschluss daran eine empirische Datenerhebung in Form von Experteninterviews durchgeführt wurde, dient dieses Kapitel dazu, die gesammelten Erkenntnisse zu evaluieren und einen Abgleich zwischen Theorie und Praxis vorzunehmen.

Hinsichtlich der Herausforderungen und Risiken sowie der Chancen und Potenziale, die sich für die unternehmensinterne Logistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ergeben, existieren diverse Übereinstimmungen zwischen Theorie und Praxis. Ein erster Punkt, der von beiden Seiten thematisiert wird, sind die mit Digitalisierung und Industrie 4.0 verbundenen Kosten. Die Theorie betrachtet dabei hauptsächlich Investitionen, die auf die unternehmensinterne Logistik zukommen. Der Fokus der Praxis liegt auf der Betrachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, was nach Meinungen der Experten eher negativ ausfällt. Gestützt wird die Bedeutung des Themas Kosten von der hohen Zustimmung bezüglich Aussage I.

Besonders hervorzuheben ist weiterhin das Thema Mitarbeiter. Sowohl von Theorie als auch Praxis wird dabei auf das zukünftige Anforderungsprofil eines Intralogistikmitarbeiters eingegangen. Die Annahme der Theorie, dass dieses Anforderungsprofil künftig steigen wird, wird durch die Praxis bestätigt (vgl. Aussage II).

Weiterhin wird die in der Literatur prognostizierte Verlagerung der Aufgabenbereiche in Richtung strategischer Aufgaben zwar von den Experten nicht explizit genannt, kann jedoch auf Basis der Zustimmung zu Aussage III als wahrscheinlich angesehen werden. Ein durch Digitalisierung und Industrie 4.0 bedingter Stellenabbau, der von der Theorie prognostiziert wird, scheint für die Praxis weniger ein Thema zu sein, sodass bezüglich Aussage IV ein eher differenziertes Antwortverhalten festzustellen ist. Ein anderes Bild ergibt sich für die in der Theorie vertretene Annahme, dass Arbeitsassistenzsysteme eine Abwertung der menschlichen Arbeit verursachen können, was aus Sicht der Praxis unbegründet ist (vgl. Aussage V). In diesem Zusammenhang wird vor allem die Möglichkeit der Arbeitserleichterung in den Vordergrund gestellt. Daneben beziehen sich Theorie sowie Praxis weiterhin auf die Möglichkeit einer schnelleren Einarbeitung von Mitarbeitern (vgl. Aussage XII), was aus einer Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen resultiert. Weitere Chancen und Potenziale, die für die Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen sprechen, liegen in der Möglichkeit, hierdurch effizientere und fehlerreduzierte Prozesse zu realisieren, was sowohl durch Theorie als auch Praxis angenommen wird. Die theoretische Seite bezieht sich dabei vorwiegend auf den Bereich der Kommissionierung sowie des Wareneingangs und -ausgangs. Am Beispiel von Unternehmen E wird hier besonders der Bereich des Warenausgangs hervorgehoben, in dem sich die zuvor genannten Potenziale realisieren lassen. Die Antworten der Experten auf Aussage XI heben die Bedeutung von Arbeitsassistenzsystemen für die Intralogistik hervor.

Eine neue Erkenntnis, die durch die empirische Datenerhebung gewonnen werden kann und dem Themenkomplex Mitarbeiter zuzuordnen ist, beschäftigt sich mit dem zukünftig erhöhten Bedarf an Fachkräften in der Intralogistik und der Frage danach, ob diese Nachfrage auch vom Arbeitsmarkt befriedigt werden kann.

Eine weitere Erkenntnis aus der Theorie ist, dass es grundsätzlich einen Zusammenhang zwischen der Komplexität der Produktionsprozesse und der Anwendbarkeit von Konzepten und Ideen der Industrie 4.0 im Rahmen der Produktionslogistik gibt und diese Anwendbarkeit mit zunehmender Komplexität abnimmt. Diese Sichtweise konnte durch die Experteninterviews nicht direkt nachgewiesen werden, was sich auch in den Antworten der Interviewteilnehmer auf die Aussage VII spiegelt. Jedoch gibt es durchaus unternehmensspezifische Besonderheiten, die im Hinblick auf Digitalisierung und Industrie 4.0 berücksichtigt werden müssen. So führt Experte 3 bei-

spielsweise an, dass Digitalisierung und Industrie 4.0 für sein Unternehmen nur bedingt relevante Themen darstellen und verweist darauf, dass dies eher für Serienfertiger interessant sei, was grundsätzlich mit der Sichtweise der Theorie in Sachen Komplexität und Anwendbarkeit übereinstimmt. Auch für Unternehmen C spielt das Thema Komplexität eine Rolle, jedoch nicht mit direktem Bezug zur Produktionslogistik. Wesentlicher Treiber dieser Komplexität ist das große Produktspektrum von Unternehmen C, was nach den Aussagen von Experte 4 und 4 ein Hemmnis in Bezug auf Automatisierungslösungen in der internen Logistik darstellt. Eine weitere Erkenntnis, die aus dem Interview mit Experte 4 und 5 hervorgeht, ist, dass auch das Layout des Betriebs eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Automatisierung von logistischen Prozessen spielt und dies es teilweise nicht ermöglicht, sinnvolle Lösungen zu implementieren. Auch im Hinblick auf die Rentabilität von Automatisierungslösungen muss die unternehmensspezifische Arbeitsgestaltung mit ins Kalkül aufgenommen werden.

Weiterhin gibt es aus Sicht der Theorie und Praxis Herausforderungen und Risiken, die vom Markt oder den Kunden ausgehen, oder auch ihren Ursprung in der Verwendung von modernen Technologien haben. Als wesentliche marktinduzierte Herausforderung nennen sowohl Theorie als auch Praxis die gestiegenen Ansprüche der Kunden in Bezug auf die Logistikleistung und den Wunsch nach individuellen Produkten. Dies zeigt auch die hohe Zustimmung der Experten bezüglich der Aussage VIII.

Auf technologischer Seite spielt das Thema Abhängigkeit, und die daraus resultierende Gefahr, bei einem Ausfall der Systeme oder der technischen Hilfsmittel die Arbeit nicht fortführen zu können, eine wesentliche Rolle in Theorie als auch Praxis, sodass Aussage IX dementsprechend großen Zuspruch erhält.

Ferner können auf Basis der systematischen Literaturanalyse Aussagen zu den in den Unternehmen stattfindenden Material- und Informationsflüssen gemacht werden. Ein Blick auf die Definition der Intralogistik in Abschnitt 2.2 macht deutlich, dass diese Flüsse in den Verantwortungsbereich der Intralogistik fallen. Die Theorie bezieht sich diesbezüglich konkret auf die Anwendung von Cyber-physischen Systemen in der Intralogistik. Potenziale, die hier genannt werden, lassen sich grundsätzlich mit den Begriffen Effizienz und Transparenz beschreiben. Die Antworten in Bezug auf Aussage X machen deutlich, dass dies ebenfalls für die Praxis eine Rolle spielt. Die gesteigerte Transparenz ist dabei aus theoretischer Sicht charakterisiert durch die CPS-bedingten Möglichkeiten hinsichtlich Echtzeit-Verfolgung sowie genauer Lokalisierung der Materialflüsse. Dieser Transparenzgedanke ist auch in der betrieblichen Praxis anzutreffen, jedoch unabhängig von der Verwendung von CPS. Vor allem inner-

halb der Automobilbranche (Unternehmen D) stellen Transparenz und Nachverfolgbarkeit wichtige Faktoren dar, die oftmals seitens der Original Equipment Manufacturer (Erstausrüster) gefordert werden.

5 Kritische Würdigung

Der vorliegende Beitrag hat sich mit der unternehmensinternen Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 beschäftigt. Ziel war es, zu untersuchen, inwiefern diese beiden Themen einen Einfluss auf die Intralogistik ausüben. Der spezielle Fokus lag dabei zum einen auf den Herausforderungen und Risiken, zum anderen auf den möglichen Chancen und Potenzialen, die innerhalb der Intralogistik zu beachten bzw. zu realisieren sind. Zur Analyse des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik wurde zuerst eine systematische Literaturanalyse vorgenommen, mit dem Ziel, den aktuellen Forschungsstand abzubilden. Darauf aufbauend wurden für den empirischen Teil dieses Beitrags Experteninterviews durchgeführt. Das Ergebnis hieraus ist, dass Digitalisierung und Industrie 4.0 einen Einfluss auf die Intralogistik haben und dass es grundsätzlich Übereinstimmungen zwischen den Sichtweisen der Theorie und denen der Praxis gibt. Hinsichtlich der Herausforderungen und Risiken wird vor allem auf notwendige Investitionen sowie marktinduzierte Herausforderungen und technologische Risiken hingewiesen. Überraschend ist, dass auch Mitarbeiter oft im Zentrum der Betrachtung stehen. Durch die Experteninterviews wurde weiterhin deutlich, dass bei Überlegungen hinsichtlich Digitalisierung und Industrie 4.0 in der Intralogistik auch unternehmensspezifische Faktoren und Besonderheiten berücksichtigt werden müssen. Die möglichen Chancen und Potenziale, die sich in der Intralogistik realisieren lassen, beziehen sich vor allem auf Effizienz und Transparenz. Jedoch lassen sich auch Vorteile in Bezug auf Mitarbeiter generieren. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die intralogistische Praxis mit den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 beschäftigt und diese vermehrt auch als große Chance wahrgenommen werden. Jedoch ist sich die Praxis auch der Herausforderungen und Risiken bewusst.

Limitationen umfassen im Wesentlichen zwei Punkte. Erstens ist die Qualität der für die systematische Literaturanalyse herangezogenen Beiträge zu nennen. Hier wurde bewusst auf das Kriterium peer-reviewed verzichtet, da eine Beschränkung auf Publikationen, die dies erfüllen, zu einer zu geringen Trefferzahl führte. Weiterhin unterliegt die Auswahl der relevanten Beiträge der Subjektivität des Autors, sodass ein entsprechender selector bias (vgl. Durach et al. 2017, S. 77) nicht auszuschließen ist. Zweitens ist die Anzahl der interviewten Experten mit $n=8$ zu nennen. Weitere Forschungsvorhaben zu diesem Thema sollten einen größeren Stichprobenumfang enthalten, um Repräsentativität gewährleisten zu können.

Entgegen dieser Einschränkungen gibt der vorliegende Beitrag ein umfängliches Bild des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Die hier herausgearbeiteten Herausforderungen und Risiken können der intralogistischen Praxis helfen, diese bereits im Vorfeld zu erkennen und zu meistern, sodass eine Intralogistik 4.0, mit ihren diversen Chancen und Potenzialen, erfolgreich umgesetzt werden kann.

6 Literaturverzeichnis

- Arnold, D. (2006): Einleitung des Herausgebers, in: Arnold, D. (Hrsg.): *Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen*, Berlin u. a., S. 1–4.
- Bauernhansl, T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden, S. 5–35.
- Becker, W./Botzkowski, T./Stradtman, M./Schmid, O. (2017): *Systematische Literaturanalyse als Werkzeug der Forschung*, Bamberg.
- Becker, W./Pflaum, A. (2019): Begriff der Digitalisierung – Extension und Intension aus betriebswirtschaftlicher Perspektive, in: Becker, W./Eierle, B./Fliaster, A./Ivens, B./Leischnig, A./Pflaum, A./Sucky, E. (Hrsg.): *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen*, Wiesbaden, S. 3–13.
- Becker, W./Ulrich, P./Stradtman, M. (2018): *Geschäftsmodellinnovationen als Wettbewerbsvorteil mittelständischer Unternehmen*, Wiesbaden.
- Bousonville, T. (2017): *Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette*, Wiesbaden.
- Cooper, H. M./Hedges, L. V. (1994): Research Synthesis as a Scientific Enterprise, in: Cooper, H. M./Hedges, L. V. (Hrsg.): *The Handbook of Research Synthesis*, New York, S. 3–14.
- Dudezig, M./Schumann, M./Klimant, P./Lorenz, M. (2016): Wie sieht die Intralogistik der Zukunft aus? Kommissionierung unterstützt durch sensorbasierte Fahrerlose Transportfahrzeuge, in: *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(7–8), S. 449–452.
- Durach, C. F./Kembro, J./Wieland, A. (2017): A New Paradigm for Systematic Literature Re-views in Supply Chain Management, in: *Journal of Supply Chain Management* 53(4), S. 67–85.
- Geisberger, E./Broy, M. (2012): *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical systems*, Berlin u. a.
- Hermann, M./Pentek, T./Otto, B. (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper (No. 01)*.

- Heuermann, R./Engel, A./von Lucke, J. (2018): Digitalisierung: Begriff, Ziele und Steuerung, in: Heuermann, R./Tomenendal, M./Bressem, C. (Hrsg.): Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden, Berlin u. a., S. 9–50.
- Ittermann, P./Niehaus, J. (2018): Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit – revisited. Forschungsstand und Trendbestimmung, in: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, Baden-Baden, S. 33–60.
- Kagermann, H. (2014): Chancen von Industrie 4.0 nutzen, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, S. 603–614.
- Kagermann, H./Lukas, W.-D./Wahlster, W. (2011): Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution, in: VDI Nachrichten (13), S. 2.
- Kagermann, H./Wahlster, W./Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin.
- Kersten, W./Schröder, M./Indorf, M. (2017): Potenziale der Digitalisierung für das Supply Chain Risikomanagement: Eine empirische Analyse, in: Seiter, M./Grünert, L./Berlin, S. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Aspekte von Industrie 4.0, Wiesbaden, S. 47–74.
- Kummer, S./Grün, O./Jammernegg, W. (2019): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, München.
- Lasi, H./Fettke, P./Kemper, H.-G./Feld, T./Hoffmann, M. (2014): Industrie 4.0, in: Wirtschaftsinformatik 56(4), S. 261–264.
- Loebbecke, C. (2006): Digitalisierung: Technologien und Unternehmensstrategien, in: Scholz, C. (Hrsg.): Handbuch Medienmanagement, Berlin u. a., S. 357–373.
- Martin, H. (2016): Transport- und Lagerlogistik: Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit, Wiesbaden.
- Merkel, A. (2018): Rede von Bundeskanzlerin Merkel beim Digital-Gipfel am 4. Dezember 2018 in Nürnberg, <https://www.bundeskanzlerin.de/bkin-de/aktuelles/rede-von-bundes-kanzlerin-merkel-beim-digital-gipfel-am-4-dezember-2018-in-nuernberg-1557288>, Stand: 08.12.2018.
- Mertens, P./Barbian, D. (2016): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung?, in: Informatik Spektrum 39(4), S. 301–309.
- Miebach, J./Müller, P. P. (2006): Intralogistik als wichtigstes Glied von umfassenden Lieferketten, in: Arnold, D. (Hrsg.): Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen, Berlin u. a., S. 20–31.

- Obermaier, R. (2017): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe, in: Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Wiesbaden, S. 3–34.
- Pfohl, H.-C. (2018): Logistiksysteme, Berlin u. a.
- Pittaway, L./Robertson, M./Munir, K./Denyer, D./Neely, A. (2004): Networking and innovation: a systematic review of the evidence, in: International Journal of Management Re-views 5–6(3–4), S. 137–168.
- Roth, A. (2016): Industrie 4.0 – Hype oder Revolution?, in: Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Berlin u. a., S. 1–15.
- Siepmann, D. (2016): Industrie 4.0 – Struktur und Historie, in: Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Berlin u. a., S. 17–34.
- Spath, D./Ganschar, O./Gerlach, S./Hämmerle, M./Krause, T./Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2019): Deutsche Wirtschaft 2018, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/DeutschWirtschaft.pdf?__blob=publicationFile, Stand: 19.01.2019.
- Sucky, E./Gampl, M./Ruh, A./Stelzer, N./Weidinger, J. (2016): Industrie 4.0: Marketingkampagne oder Revolutionsbeginn?, in: Sucky, E./Werner, J./Kolke, R./Biethahn, N. (Hrsg.): Mobility in a Globalised World 2015, Bamberg, S. 238–257.
- ten Hompel, M./Henke, M. (2014): Logistik 4.0, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, S. 615–624.
- Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA) (2019): Über uns, <https://fo-erd.vdma.org/viewer/-/v2article/render/16118581>, Stand: 23.03.2019.
- Vogelsang, M. (2010): Digitalization in Open Economies: Theory and Policy Implications, Heidelberg.
- Wolf, T./Strohschen, J.-H. (2018): Digitalisierung: Definition und Reife, in: Informatik Spektrum 41(1), S. 56–64.

Quellen der systematischen Literaturanalyse

- Bauer, W./Klapper, J. (2019): A Development Scenario of the Work Area “Intralogistics” Under the Influence of Industry 4.0 Technologies and Its Evaluation on the Basis of a Delphi Study, in: Bagnara, S./Tartaglia, R./Albolino, S./Alexander, T./Fujita, Y. (Hrsg.): Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). Volume VIII: Ergonomics and Human Factors in Manufacturing, Agriculture, Building and Construction, Sustainable Development and Mining, Cham, S. 812–821.
- Endres, F./Sejdić, G. (2018): Cyber-Physische Systeme in der Intralogistik. Mögliche Anwendungsfelder und Nutzenpotenziale im Überblick, in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 113(5), S. 346–349.
- Günthner, W. A./Wölfle, M./Fischer, R. (2011): Wearable Computing und RFID in Produktion und Logistik – Ansätze zur bereichsübergreifenden Nutzung digitaler Informationen, in: Logistics Journal nicht-referierte Veröffentlichungen, S. 1–12.
- Hausladen, I. (2017): Cyber-Physische Systeme in Produktion und Logistik. Anwendungsfelder, Herausforderungen und Lösungsansätze, in: Der Betriebswirt: Management in Wissenschaft und Praxis 58(1), S. 29–34.
- Hofmann, E./Rüsch, M. (2017): Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, in: Computers in Industry 89, S: 23–34.
- Klötzer, C./Pflaum, A. (2015): Cyber-physical systems as the technical foundation for problem solutions in manufacturing, logistics and supply chain management, in: Proceedings 2015 5th International Conference on the Internet of Things (IoT), Seoul, S. 12–19.
- Schmidtke, N./Behrendt, F./Thater, L./Meixner, S. (2018): Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0, in: 2018 4th IEEE International Conference on Logistics Operations Management (Gol), Le Havre, S. 1–10.
- Strandhagen, J. W./Alfnes, E./Strandhagen, J. O./Swahn, N. (2016): Importance of Production Environments When Applying Industry 4.0 to Production Logistics – A Multiple Case Study, in: Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, S. 241–247.
- Strandhagen, J. W./Alfnes, E./Strandhagen, J. O./Vallandingham, L. R. (2017): The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study, in: Advances in Manufacturing 5(4), S. 344–358.
- ten Hompel, M./Kerner, S. (2015): Logistik 4.0: Die Vision vom Internet der autonomen Dinge, in: Informatik-Spektrum 38(3), S. 176–182.
- Tu, M. (2018): An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach, in: International Journal of Logistics Management 29(1), S. 131–151.

Tu, M./Lim, M. K./Yang, M.-F. (2018): IoT-based production logistics and supply chain system - Part 2 IoT-based cyber-physical system: a framework and evaluation, in: *Industrial Management & Data Systems* 118(1), S. 96–125.

Der prozessuale und technologische Stand von Essenslieferdiensten in Deutschland – Eine explorative Studie mit zwölf Experteninterviews und zwei Time-Motion-Studien

Julia Metz

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

Christian Straubert

Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg, christian.straubert@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	189
2	Verwandte Literatur.....	191
3	Die befragten Essenslieferdienste und die Methodik der Experteninterviews	193
4	Die Kundenbewertungen der untersuchten Unternehmen im Internet	196
5	Der typische Leistungserfüllungsprozess der Essenslieferdienste	201
6	Time-Motion-Studien bei zwei unterschiedlichen Pizzalieferdiensten	204
7	Experteninterviews	210
8	Limitationen, Diskussion und Ausblick	217
9	Literaturverzeichnis	221

Abstract:

Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2018 bestellten 9,5 % der Deutschen mehrmals im Monat Lebensmittel nach Hause. Bei den Studierenden liegt der Anteil sogar bei 19 %. Die Essenslieferdienste in Deutschland haben jedoch den Ruf, technologisch im Rückstand zu sein und prozessual unprofessionell zu sein. Dies führt angeblich oft zu langen Lieferzeiten und falsch erfüllten Lieferungen, die den Kunden verärgern. Trotz der Bedeutung der Branche gibt es nach unserem Kenntnisstand noch keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen über die von den Essenslieferdiensten verwendeten betrieblichen Prozesse und Technologien. Dieser Artikel ist daher als explorative Studie konzipiert, die anhand von zwölf Experteninterviews und zwei Time-Motion-Studien die Prozesse und Technologien der Essenslieferdienste in Deutschland untersucht. Unsere Ergebnisse bestätigen, dass die Kunden in der Tat oft lange

Lieferzeiten und Falschliefereien kritisieren. Der Einsatz besserer Technologien kann beide Probleme effektiv vermeiden. Im Vergleich zwischen einem technologisch fortschrittlichen Lieferservice und einem normal ausgestatteten Lieferservice haben die Autoren eine Differenz in der durchschnittlichen Gesamterfüllungszeit von mehr als 100 % gemessen. Die technologische Aufrüstung ist jedoch nicht immer möglich und wird zudem teilweise von den Managern aus verschiedenen Gründen abgelehnt. Dennoch haben die Autoren keine grundsätzliche Feindseligkeit der Entscheidungsträger gegenüber neuen Technologien festgestellt. Der Einsatz von internetbasierten, extern betriebenen Bestellplattformen wird jedoch oft kritisch gesehen, da befürchtet wird, zu abhängig von der Plattform zu werden.

JEL Classification: O31, O33

Keywords: Essenslieferdienst, Prozesse, Technologie, Time-Motion-Studie.

1 Einleitung

Die Lieferung von fertigem Essen ist ein wichtiger Markt. Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2018 haben 9,5 % der Deutschen mehrmals im Monat über Lieferdienste Essen nach Hause bestellt. Bei den Studenten liegt der Wert sogar bei 19 % (VuMA 2018).

Viele Marktbeobachter gehen davon aus, dass der Markt von Essenslieferungen in der Zukunft noch deutlich zunehmen wird. Die Investmentbank UBS nennt in ihrer Studie, die viel mediale Aufmerksamkeit bekommen hat, drei zentrale Gründe (UBS 2018):

- Der Trend hin zu „Dark Kitchens“: Teilweise ohne ein eigenständiges Branding und gänzlich ohne Servicebetrieb, sind diese *Dark Kitchens* praktisch Fabriken, die (zunehmend automatisiert) frisches Essen zubereiten. Dadurch können Effizienzgewinne und Economies of Scale entstehen. Der Preis für Essenslieferungen kann dadurch gesenkt werden.
- Neue auftragsbasierte Logistikplattformen (z. B. *Deliveroo*): Diese ermöglichen es, dass praktisch jedes bestehende Restaurant zu einem Lieferbetrieb wird, da keine festen Fahrer mehr benötigt werden.
- Die Demographie: Dadurch, dass in immer mehr Haushalten alle erwachsenen Personen erwerbstätig sind, bleibt weniger Zeit für das eigenständige Zubereiten von Essen zu Hause. Laut der Studie von UBS bestellen „time-starved millennials“ dreimal so häufig Essen nach Hause wie ihre Eltern.

Viele der oben genannten Gründe finden sich auch in anderen Studien wieder (Hirschberg et al. 2016, Nestlé Deutschland 2019). Gleichzeitig scheint der deutsche Markt diese Entwicklungen, insbesondere im Bereich Digitalisierung, nicht im selben Tempo nachzuvollziehen. In der Ernährungsstudie 2019 von Nestlé Deutschland gaben nur ca. 11 % der Befragten an, online über Lieferplattformen zu bestellen. Statista nennt einen leicht höheren Wert von ca. 19 % (Statista 2019a). Circa 66 % rufen stattdessen lieber direkt bei den Restaurants an (Nestlé Deutschland 2019). Auch hängt der Branche in Deutschland der Ruf an, teilweise technologisch rückständig und prozessual stümperhaft zu sein. Dadurch entstünden oft lange Lieferzeiten und fehlerhafte Auslieferungen, wodurch die Kunden verärgert werden (z. B. Kramer et al. 2017).

Die operative Qualität der Essenslieferdienste hat direkten Einfluss auf die Qualität unseres Alltags, da Kunden schlechten Service direkt zu spüren bekommen. Trotzdem gibt es aber bis dato – nach unserem Kenntnisstand – keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen über die operativ eingesetzten Prozesse und Technologien bei

Essenslieferdiensten. In diesem Zusammenhang macht eine initiale explorative Studie Sinn, um die Grundlagen für die Schließung dieser Forschungslücke zu legen.

Der vorliegende Beitrag ist daher als eine explorative Studie angelegt, welche mittels zwölf Experteninterviews und zwei Time-Motion-Studien den prozessualen und technologischen Stand der Essenslieferdienste in Deutschland untersucht. Essenslieferdienste sind Servicebetriebe, Mini-Fabriken und Logistikunternehmen, welche zunehmend über das Internet mit den Kunden vernetzt sind. Die Studie nimmt deswegen eine Operations-Management-Sichtweise und eine Wirtschaftsinformatik-Sichtweise ein und orientiert sich insbesondere an folgenden Forschungsfragen:

- 1.) Wie werden die Essenslieferdienste aus Sicht der Kunden bewertet?
- 2.) Was sind die typischen Prozesse der Essenslieferdienste in Deutschland?
- 3.) Welche Technologien (Hardware/Software) kommen zum Einsatz?
- 4.) Wie stehen die Lieferdienste zu Bestell- und Logistikplattformen?
- 5.) Warum treten Probleme wie lange Lieferzeiten oder falsche Auslieferungen auf und welche Verbesserungsmöglichkeiten sehen die Lieferdienste?

Als explorative Studie zielt der Beitrag dabei hauptsächlich darauf ab, den Boden für zukünftige Forschung zu bereiten. Die Autoren werden die Prozesse innerhalb der untersuchten Unternehmen abbilden und, als erste uns bekannte wissenschaftliche Veröffentlichung, eine operationale Definition geben. Basierend auf dieser operationalen Definition, den zwölf Experteninterviews und zwei zusätzlichen detaillierteren Time-Motion-Studien identifizieren die Autoren zudem Forschungsprioritäten.

Im Folgenden werden die Autoren zunächst verwandte Literatur vorstellen. Anschließend gehen die Autoren auf die Methodik der Experteninterviews ein, stellen die befragten Essenslieferdienste genauer vor und untersuchen, wie die Lieferdienste von den Kunden bewertet wurden. Es folgen die Ergebnisse sowie die Diskussion der Experteninterviews und der zwei Time-Motion-Studien. Es wird zuerst auf den Leistungserfüllungsprozess allgemein eingegangen (operationale Definition) und dabei ein Schwerpunkt auf die Kommunikation der Lieferdienste intern und extern gelegt. Die Ergebnisse der zwei Time-Motion-Studien beleuchten anschließend die zeitliche Dimension des Prozesses. Darauf folgend werden die Ergebnisse der Experteninterviews über eingesetzte Hardware und Software vorgestellt. Abschließend wird auf die Einschätzung der Lieferdienste bezüglich möglicher Verbesserungen der eigenen Betriebe eingegangen.

2 Verwandte Literatur

Der vorliegende Artikel ist keine Literaturanalyse, deswegen wird auf eine detaillierte Beschreibung der Literatursuche verzichtet. Es wurden die Datenbanken „Google Scholar“, „Business Source Ultimate“, „Web of Science“ und „JSTOR“ im Dezember 2018 durchsucht. Als Suchbegriffe wurden zum Beispiel „Fast food delivery service“, „Order fulfillment food delivery service“, „Technolog* AND food delivery service“ und elf weitere ähnliche Suchbegriffe verwendet. Die Betrachtung wurde auf begutachtete Artikel beschränkt. Trotz dieser umfangreichen Suche, welche allerdings nicht systematisch abgelaufen ist, wurden keine Quellen gefunden, welche die eingesetzten Prozesse und Technologien von Essenslieferdiensten untersucht haben.

Angrenzende Gebiete sind: 1.) Auslieferung von Essen allgemein; 2.) Auftragsbasierte Logistikdienstleister, welche Essen ausliefern und 3.) Prozesse in der Küche, im Servicebetrieb.

Zu 1.) Auslieferung von Essen allgemein: Es existiert Literatur zu den Bereichen *Kühltransporte* (siehe zum Beispiel: Akkerman et al. 2010; Nakandala et al. 2016; Shashi et al. 2018), *Lebensmittellieferungen* (siehe zum Beispiel: Punakivi/Saranen 2001; Mkansi et al. 2018; Pan et al. 2017) und *Essen auf Rädern* (die Versorgung von älteren Menschen, siehe zum Beispiel: Lin et al. 2017; Yildiz et al. 2013; Hewitt et al. 2015). Diese Literatur beschäftigt sich allerdings mit komplexen Optimierungsproblemen, die mithilfe von Algorithmen oder Heuristiken gelöst werden. Der Fokus liegt meist auf der Optimierung der reinen Transportlogistik. Das berühmte *Traveling Salesman Problem* und seine Erweiterungen spielen allerdings im Kontext von Essenslieferdiensten keine Rolle, da pro Fahrt nur wenige Kunden besucht werden.

Zu 2.) Auftragsbasierte Logistikdienstleister: Dieses neuartige Phänomen ist unter anderem unter dem Namen *Gig-Economy* und *Crowd-Sourced Delivery* bekannt. (De Stefano 2016; Carbone et al. 2017) Dies liegt daran, dass die Fahrer in der Regel nicht bei den Logistikdienstleistern angestellt sind, sondern selbstständig Aufträge entgegennehmen und erfüllen. Die Logistikdienstleister unterhalten die koordinierende Plattform. Die bestehende Literatur zu diesen Logistikdienstleistern ist allerdings nur von peripherem Interesse, da sie entweder ebenfalls von Operations-Research-Problemen handelt (zum Beispiel: Arslan et al. 2018; Yildiz, Savelsbergh 2019), oder aber von der Motivation und den Arbeitsbedingungen der selbstständigen Fahrer (zum Beispiel: Devari et al. 2017; Marcucci et al. 2017). Die Integration von Logistikdienstleistern in den Betrieb von Essenslieferdiensten ist von Interesse für den vorliegenden Beitrag, allerdings nicht, wie diese Logistikdienstleister selbst intern funktionieren.

Zur 3.) Prozesse in der Küche und im Servicebetrieb: Operations-Management-Betrachtungen von Fast-Food-Restaurants haben die größte Relevanz für den vorliegenden Artikel. In diesem Bereich existiert einige Literatur, welche sich mit der Effizienz der Essensproduktion und der Qualität des Serviceprozesses beschäftigt.

Pickworth (1988) zum Beispiel betrachtet ein Dienstleistungssystem und teilt dieses in Hardwarekomponenten, die sich auf physische Merkmale wie Equipment und Layout beziehen, und Softwarekomponenten auf, womit Unternehmenspraktiken wie Prognosen, Terminplanung und Überwachung gemeint sind. Pickworth argumentiert, dass es wichtig ist, zentrale koordinierende Personen zu haben, welche die einzelnen Prozessschritte aufeinander abstimmen. Eine Aufteilung zwischen Hardware- und Softwarekomponenten wurde für die vorliegende Studie ebenfalls verwendet, wobei die Softwarekomponente zusätzlich noch in „IT-Software“ und „Prozesse“ unterteilt wurde. Ebenfalls wurde in den Experteninterviews unter anderem gezielt auf die Kommunikation innerhalb der Lieferdienste fokussiert, um die interne Koordination besser zu verstehen.

Jones (1988) spricht von einem Trend, die Küche der Lieferdienste als Fertigungslinie zu betrachten und mittels Technologie ein günstiges Massenprodukt zu schaffen. Diesen Trend hat UBS (2019) im Bereich der Essenslieferdienste vor kurzem wieder im Kontext von *Dark Kitchens* aufgegriffen.

Kelly (1989) spricht von drei Ansätzen, die Effizienz der Dienstleistungserbringung zu steigern: einen technologischen Ansatz, einen humanistischen Ansatz und eine Kombination aus beiden. Im technologischen Bereich sieht er konkrete Ansatzpunkte zur Verbesserung der Dienstleistung bei den folgenden Faktoren: Qualität der Arbeitskräfte, effizientes Equipment und Nutzung von Technologien zur Automatisierung. Humanistische Ansätze zielen auf die Verbesserung der Beziehung zwischen Mitarbeitern und Kunden ab. Kelley begründet, dass bei Restaurants technologische und humanistische Ansätze ausgewählt werden sollen und bei Fast-Food-Restaurants nur technologische. Essenslieferdienste befinden sich ebenfalls in einer Situation, in der der Kontakt zum Kunden in der Regel minimal ist und die Effizienz der Prozesse und die eingesetzte Technologie überproportional wichtig ist.

Die Kundenzufriedenheit ist in vielen Quellen ein zentrales Element. Qin und Prybutok (2008) verwenden zum Beispiel den SERVPERF-Ansatz zur Messung der Kundenzufriedenheit und Elevandari et al. (2017) verwenden den SERVQUAL-Ansatz. Der Einsatz des SERVQUAL-Ansatzes und ähnlicher Instrumente ist allerdings im Kontext von Essenslieferdiensten nicht ohne weiteres sinnvoll. So ist zu vermuten, dass von den fünf Dimensionen des SERVQUAL-Ansatzes (Parasuraman et al. 1988, S. 23): „Tangibles, Reliability, Responsiveness, Assurance, Empathy“ die Dimension „Reliability“ („Ability to perform the promised service dependably and accurately“

und die Dimension „Responsiveness“ („Willingness to help customers and provide prompt service“) überproportional wichtig sind und die anderen drei Dimensionen stark in den Hintergrund treten. Laut Verma et al. (1999) entscheiden sich Kunden zum Beispiel für einen Pizzalieferdienst vornehmlich anhand der Pizzatemperatur (Produktqualität) und der Servicequalität der Lieferung (versprochene und tatsächliche Lieferzeit). Die Qualität und der Automatisierungsgrad der Informationstechnologie, welche heutzutage oft eine der wichtigsten Kommunikationsschnittstellen zum Kunden ist, wird im SERVQUAL-Ansatz darüber hinaus nicht adäquat abgebildet. Eine erste Erkenntnis der vorliegenden explorativen Studie ist es also, dass bekannte Rahmenwerke für die Beurteilung der Servicequalität im Kontext von Essenslieferdiensten nur bedingt eingesetzt werden können. Essenslieferdienste sind zwar Servicebetriebe, allerdings ist die Effizienz des Erfüllungsprozesses von herausragender Wichtigkeit. Es ist daher notwendig, dass ein angepasstes Rahmenwerk entwickelt wird, welches die Kundenwünsche im Bereich der Essenslieferdienste besser abbildet.

3 Die befragten Essenslieferdienste und die Methodik der Experteninterviews

Zwölf Experteninterviews bilden den Kern der vorliegenden explorativen Studie. Im Zeitraum vom 23.01.2019 bis 21.02.2019 wurden die Interviews in den Städten Bad Hersfeld, Bamberg und Frankfurt (Main) durchgeführt. Interviewt wurden die Inhaber der Lieferdienste anhand des vorab erstellten semi-strukturierten Leitfadens. Dieser Leitfaden orientierte sich hauptsächlich an den in der Einleitung genannten Forschungsfragen nach den eingesetzten Prozessen und Technologien. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf Operations Management (Anzahl Mitarbeiter, Aufgaben, Maschinen, Prozesse, ...) und Wirtschaftsinformatik (Internet, Plattformen, *Track-And-Trace*, Kassensysteme, interne Kommunikation, ...) gelegt. Die Inhaber gaben ebenfalls Auskunft über ihre eigenen Gedanken zur Optimierung der aktuellen Prozesse.

Während der Durchführung wurden die Interviews tontechnisch aufgezeichnet und anschließend nach den Transkriptionsregeln von Kuckartz, ergänzt um die Regeln von Dresing und Pehl, transkribiert und anonymisiert (Kuckartz 2016, S. 167–168; Dresing/Pehl 2015, S. 20–23). Danach erfolgte die Auswertung der Interviews. Für Experteninterviews gibt es bisher keine einheitliche Methode für die Auswertung. Im vorliegenden Fall fand die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2004) Anwendung. Mayring unterscheidet zwischen der zusammenfassenden, der explizierenden und der strukturierenden Inhaltsanalyse. Zur Auswertung des erhobenen Datenmaterials ist die zusammenfassende Inhaltsanalyse am geeignetsten. Sie hat die Reduktion des Datenmaterials auf die wesentlichen Inhalte zum Ziel und kann somit die Hauptaussagen der Interviewten identifizieren. Anhand der von Mayring dafür definierten

Schritte wurde das Datenmaterial analysiert und ausgewertet. Dabei wurde zur Unterstützung die Software MAXQDA verwendet. Die Interviews und die anschließende Inhaltsanalyse gestalteten sich teilweise schwierig, da es bei der Kommunikation zwischen Interviewerin und Experten öfters sprachliche Probleme gab.

Es wurden Essenslieferdienste sowohl in einer Großstadt (Frankfurt (Main), ca. 746.000 Einwohner) als auch in mittelgroßen Städten (Bamberg, ca. 77.000 Einwohner, Bad Hersfeld, ca. 30.000 Einwohner) befragt, um ein möglichst breites Bild der Branche zu ermöglichen. Es wurde zudem darauf geachtet, dass die Essenslieferdienste unterschiedliche Essensarten anbieten (italienisch/Pizza, asiatisch, indisch, amerikanisch, türkisch). Fast alle der untersuchten Essenslieferdienste hatten entweder ein eigenes Restaurant oder einen kleinen Imbiss. Ein Lieferdienst hatte überhaupt keinen Vor-Ort-Service (auch nicht Abholung) und ist damit als eine Form der *Dark Kitchen* zu klassifizieren. Die Mitarbeiterzahl ist je nach Lieferdienst unterschiedlich hoch, zwischen 1,5 Mitarbeitern und 30 Mitarbeitern. Diese Zahlen berücksichtigen nur die Mitarbeiter im Lieferbetrieb und nicht die Mitarbeiter im haus-eigenen Restaurantbetrieb. Das Sample deckt also sowohl sehr kleine Lieferbetriebe als auch sehr große Lieferbetriebe ab. Die genaue Bestimmung der Mitarbeiter (im Rahmen der Experteninterviews) war allerdings nicht immer möglich, da die Experten oft nur eine grobe Vorstellung darüber hatten, zu wie viel Prozent eine Arbeitskraft im Lieferbetrieb arbeitet und zu wieviel Prozent im eigenen Restaurant/Imbiss. Eine anonymisierte Auflistung der Lieferdienste mit ihren Eigenschaften befindet sich in Tabelle 1.

Anhand der Mitarbeiterzahlen für die zwölf untersuchten Lieferdienste kann zudem eine grobe Marktabschätzung für den deutschen Essenslieferdienstmarkt vorgenommen werden. Bei einer zusätzlichen Suche im Internet (via *Lieferando* und *Google*) nach allen Essenslieferdiensten in den drei Städten wurden 264 Lieferdienste in Frankfurt (Main) gefunden, 36 in Bamberg und 10 in Bad Hersfeld. Dies ergibt eine Lieferdienstsdichte von ca. 0,000368 Lieferdiensten pro Einwohner. Wenn man diese Dichte auf ganz Deutschland (ca. 82.790.000 Einwohner) überträgt, so erhält man eine Zahl von ca. 30.000 Lieferdiensten in ganz Deutschland. Das statistische Bundesamt erhebt die Anzahl der Betriebe im Bereich Restaurants/Imbiss und gibt diese mit 148.665 Betrieben an (Statistisches Bundesamt 2019). Das heißt, ca. 20 % aller Restaurant-/Imbissbetriebe sind entweder nur Lieferdienste, oder auch Lieferdienste (zusätzlich zum Restaurantbetrieb). Diese Statistik erscheint plausibel. Wenn die Anzahl (ca. 30.000) der Lieferbetriebe mit der durchschnittlichen Anzahl an Mitarbeitern pro Lieferbetrieb (ca. 6,8) multipliziert wird, so erhält man ca. 207.000 Mitarbeiter, welche entweder ausschließlich oder unter anderem in einem Lieferbetrieb arbeiten.

ID	Stadt	Essensart	Typ	# Beschäftigte
L1	Bad Hersfeld	italienisch	Restaurant und Lieferdienst	2
L2	Bamberg	asiatisch	nur Lieferdienst (<i>Dark Kitchen</i>)	5
L3	Bamberg	türkisch	Imbiss und Lieferdienst	2,5
L4	Bamberg	amerikanisch	Restaurant und Lieferdienst	8
L5	Bamberg	italienisch	Restaurant und Lieferdienst	1,5
L6	Bamberg	italienisch	Fast-Food-Restaurant und Lieferdienst	30
L7	Bamberg	italienisch	Restaurant und Lieferdienst	3
L8	Frankfurt	asiatisch	kleines Restaurant und Lieferdienst	9
L9	Frankfurt	indisch	kleines Restaurant und Lieferdienst	4
L10	Frankfurt	italienisch	Restaurant und Lieferdienst	9
L11	Frankfurt	türkisch	kleines Restaurant und Lieferdienst	4
L12	Frankfurt	indisch	Restaurant und Lieferdienst	3,5

Tabelle 1: Befragte Lieferdienste mit ausgewählten Eigenschaften

Das statistische Bundesamt gibt die Anzahl der Beschäftigten im Restaurant-/Imbissbetrieb insgesamt mit 1.241.639 Beschäftigten an. Dies würde einen Lieferdienstanteil von ca. 17 % bedeuten. Man beachte, dass dieser Anteil nur die geschätzte Anzahl an Mitarbeitern in den Lieferbetrieben enthält und nicht die Mitarbeiter, welche sich um den regulären Servicebetrieb der assoziierten Restaurants kümmern. Wenn die Mitarbeiter der Restaurants dazu gezählt werden würden, so würde der Anteil deutlich größer als 17 % sein und auch deutlich über 20 % liegen. Dies ist ein gutes Indiz, dass die ermittelten Zahlen plausibel sind. Es ist logisch, dass die Unternehmen mit Lieferbetrieb überdurchschnittlich viele Mitarbeiter haben, denn es werden zwei Vertriebswege bedient und nicht nur ein Vertriebsweg. Es existieren also zwei Betriebe in einem Unternehmen. Zwar ist die präsentierte explorative Hochrechnung recht grob, trotzdem scheint sie plausibel und kann als ein erster Richtwert dienen. In jedem Fall zeigen die Zahlen deutlich, dass die Essenslieferdienstbranche schon heute ein großer Wirtschaftsfaktor ist.

4 Die Kundenbewertungen der untersuchten Unternehmen im Internet

Im Folgenden wird analysiert, wie die befragten Lieferdienste von den Kunden im Internet bewertet wurden. Dazu wird auf die Bewertungen der Internetseite *Lieferando.de*, dem größten Bestellportal für Essen in Deutschland, zurückgegriffen. Der Rückgriff auf die Bewertungen auf *Lieferando.de* stellt sicher, dass nur echte Kunden, die auch bei dem Lieferdienst bestellt hatten, die Bewertungen verfasst haben. Zudem haben die Bewertungen bei *Lieferando* den Vorteil, dass neben der Qualität des Essens (z. B. Geschmack) auch die Lieferung (z. B. Temperatur, Pünktlichkeit) getrennt bewertet werden. Bisherige Untersuchungen (Verma et al. 1999) haben gezeigt, dass die Lieferung für den Kunden eine herausragend wichtige Stellung einnimmt. Elf der zwölf Lieferdienste sind auf *Lieferando* vertreten. Lediglich L1 hat keine Präsenz. Lieferdienst L5 war zum Zeitpunkt der Untersuchung sehr neu auf dem Markt und hatte deswegen nur drei Bewertungen, welche untersucht werden konnten. Die Lieferdienste L6 und L7 wurden im Rahmen von zwei Time-Motion-Studien genauer untersucht. Bei L7 wurden 60 Bewertungen (alle verfügbaren Bewertungen, Plattformpräsenz ab Jahr 2018) ausgewertet und bei L6 wurden 389 Bewertungen (Abbruch bei Anfang 2017) ausgewertet. Für alle anderen Lieferdienste im Sample wurden jeweils die neuesten 50 Bewertungen ausgewertet. Kurze Zeit nach Erhebung der Daten (Juni/Juli 2019) hat sich Lieferdienst L7 bei *Lieferando* austragen lassen und ist nicht mehr auf der Plattform vertreten. Ebenfalls nach der Erhebung hat *Lieferando* die Anzahl der einsehbaren Bewertungen beschränkt.

Die Bewertungen wurden im Zweierteam codiert. Person A hat die Metadaten der Bewertungen in einer Tabelle erfasst und wenn ein Text in der Bewertung enthalten war, hat Person A diesen Text mit einer Stimmung versehen (positiv/negativ) und zudem erfasst, was positiv oder negativ im Text angesprochen wird. Wenn ein Text mehrere Aussagen enthalten hat, so wurde für jede Aussage ein Tabelleneintrag erstellt. Die positiven und negativen Aussagen wurden anschließend in Sammelbegriffen (z. B. „gutes Essen“, „pünktlich“, „teure Preise“, ...) harmonisiert. Die Codierung verlief weitestgehend reibungslos, da die Bewertungstexte in aller Regel sehr kurz und sehr eindeutig sind. Person B hat 5 % (43) der Bewertungen stichprobenartig überprüft und konnte allen Codierungen zustimmen und hat bei nur zwei Einträgen Fehler in den Metadaten gefunden. Auf eine tiefergehende Analyse der Reliabilität des Codings wurde deswegen verzichtet. Tabelle 2 enthält die Gesamtbewertungen der untersuchten Lieferdienste und Tabelle 3 enthält das Ergebnis der Codierung.

Lieferdienst	Essen	Lieferung	T-Test	U-Test
L2	4,07	3,96	0,38	
L3	4,82	4,90	0,03	0,41
L4	3,77	3,97	0,58	
aL5	3,14	2,71	0,42	
L6	4,09	4,14	0,41	
L7	4,11	4,21	0,18	
L8	3,97	3,97	1,00	
L9	4,43	4,23	0,43	
L10	4,26	4,75	0,02	0,16
L11	4,08	4,00	0,56	
L12	3,71	3,96	0,14	
Durchschnitt	4,16	4,22	0,11	

Tabelle 2: Durchschnittliche Bewertung der untersuchten Lieferdienste auf der Plattform Lieferando.de (Skala: 0 = sehr schlecht, 5 = sehr gut)

Tabelle 2 lässt erkennen, dass die untersuchten Lieferdienste in den Augen der Kunden grundsätzlich eher gut als schlecht arbeiten. Der Durchschnitt der Bewertungen ist 4,19 bei einem Skalendurchschnitt von 3,00. Dies kann daran liegen, dass die Lieferdienstinhaber, die sich für ein Interview bereit erklärt haben, überproportional gute Lieferdienste führen (sampling bias). Oder aber die untersuchten Lieferdienste sind repräsentativ und Lieferdienste erbringen eine grundsätzlich eher gut-bewertete Leistung.

An dieser Stelle besteht zusätzlicher Forschungsbedarf. Eine breiter angelegte Untersuchung, die die Lieferdienste zufällig auswählt, wäre lohnenswert. Allerdings gibt es auch unter den in dieser explorativen Studie untersuchten Lieferdiensten teilweise starke Bewertungsunterschiede. So schneiden zum Beispiel L3, L9 und L10 sehr gut ab; L4, L5 und L12 hingegen eher weniger gut. Interessanterweise ist der Unterschied zwischen der Bewertung des Essens und der Bewertung der Lieferung bei allen untersuchten Lieferdiensten nicht oder nur sehr gering statistisch signifikant. Dies ist ein starkes Indiz, dass die Qualität des Lieferdiensts am ehesten von dem generellen Management des Lieferdiensts abhängt. Dies ist verwunderlich, würde man doch vielleicht davon ausgehen, dass die Qualität der Lieferung zum Beispiel vom Standort des Lieferdienstes abhängen würde, die Qualität des Essens aber nicht. Oder, dass eine sehr gute Köchin die Qualität der Küche stark anhebt, die Qualität der Lieferung

aber nicht. Dass aber die Qualität des Essens und der Lieferung in der Regel sehr ähnlich (gut oder schlecht) bewertet werden, deutet darauf hin, dass die Führung des Lieferdienstes von herausragender Wichtigkeit ist. Dies erscheint logisch, da die meisten Lieferdienste eher kleine Unternehmen sind. Es kann daher als explorative Hypothese gelten, dass das Management im Kontext von Lieferdiensten eine überproportional wichtige Rolle einnimmt. Gleichwohl kann versucht werden, die Relation zwischen der Qualität des Essens und der Lieferung tiefergehend zu untersuchen. Basierend auf Tabelle 3 und Tabelle 4 können folgende Hypothesen formuliert werden.

- 1.) Eine lange Lieferung führt dazu, dass das Essen kalt (bzw. warm) wird und dadurch auch die Qualität des Essens leidet. Wenn Kunden schlechtes Essen bemängeln, so schneidet die Lieferung zwar auch schlechter als der Gesamtdurchschnitt (3,57 vs. 4,22) ab, aber besser als der Skaldurchschnitt (3,00). Wenn die Kunden eine schlechte Lieferung bemängeln (worunter hauptsächlich eine lange Lieferzeit zu verstehen ist, siehe Tabelle 4), wird die Qualität des Essens deutlich schlechter als der Gesamtdurchschnitt (2,94 vs. 4,16) bewertet. Eine kurze Lieferzeit erscheint daher sehr wichtig.
- 2.) Unter einer guten Lieferung verstehen die Kunden vornehmlich eine schnelle Lieferung, allerdings oft auch eine pünktliche Lieferung (siehe Tabelle 4). Neben einer kurzen Lieferzeit erscheint die Zeitangabe bei der Bestellung und ein kontinuierliches *Track-And-Tracing* daher sehr wichtig.
- 3.) Eine falsch erfüllte Bestellung wird öfters von den Kunden kritisiert. Eine richtig erfüllte Bestellung wurde allerdings kein einziges Mal gelobt. Dies deutet darauf hin, dass die Kunden die richtige Erfüllung der Bestellung als Basismerkmal ansehen.
- 4.) Wenn die Kunden teure Preise bemängeln, wird die Essensqualität schlechter als der Gesamtdurchschnitt bewertet (3,38 vs. 4,16), die Lieferung allerdings nicht signifikant schlechter (4,19 vs. 4,22). Dies deutet darauf hin, dass die Kunden die Lieferung eher als Basismerkmal betrachten als das Essen. Es scheint so, als ob die Kunden das Gefühl haben, dass sie für das Essen bezahlen und nicht für die Lieferung.

Thema	n	Essen	Lieferung
Bewertungen gesamt	853	4,16	4,22
Ohne Text	479	4,44	4,50
Mit Text	374	3,80	3,87
Hinweis: Mehrere Codes/Aussagen pro Bewertung möglich. Eine Bewertung kann auch sowohl positive als auch negative Codes/Aussagen enthalten.			
Negativ-Aussagen	258	2,72	2,75
Schlechtes Essen	88	2,34	3,57
Schlechter Service	10	2,80	2,20
Schlechte Lieferung	90	2,94	1,92
Teure Preise	16	3,38	4,19
Falsche Bestellung	54	2,78	2,46
Positiv-Aussagen	388	4,63	4,73
Gutes Essen	202	4,69	4,60
Guter Service	46	4,54	4,91
Gute Lieferung	133	4,58	4,86
Gute Preise	7	4,43	4,86

Tabelle 3: Codierte Bewertungen von Kunden der untersuchten Lieferdienste auf der Plattform Lieferando.de (Skala: 0 = sehr schlecht, 5 = sehr gut)

Die Zahlen deuten also darauf hin, dass gemäß des Kano-Modells (Kano 1984) die richtige Erfüllung der Bestellung ein Basismerkmal ist. Die Zufriedenheit des Kunden kann durch eine richtige Erfüllung der Bestellung nicht erhöht werden. Eine schnelle, pünktliche Lieferung ist teilweise Basismerkmal und teilweise Leistungsmerkmal. Beispielinterpretation: Die Lieferzeit sollte auf keinen Fall ‚XX‘ Minuten überschreiten. Darunter gilt aber: je kürzer/pünktlicher desto besser und der Lieferdienst kann dadurch die Zufriedenheit des Kunden steigern.

Subkategorien der aggregierten Codes (siehe Tabelle 3):

Schlechtes Essen	88	Schlechter Service	10	Schlechte Lieferung	90	Teure Preise	16	Falsche Bestellung	54
Essen schmeckt nicht	33	Schlechter Service	4	Lange Lieferzeit	60	Teure Preise	14	Essen kam nicht	22
Essen schmeckt schlecht	6	Telefonisch nicht erreichbar	1	Essen kalt	14	Mindestbestellwert	1	Extras gefehlt	21
Schlechte Nudeln	5	Kontakt war schwierig	1	Sushi war warm	4	Höherer Preis als angezeigt	1	Falsches Essen	9
Schlechter Salat	5	Zutat war aus	1	Lieferung zu früh	3			Bestellung nicht richtig übermittelt	2
Teig zu dunkel	5	Digitale Bestellung scheint unerwünscht	1	Essen zerdrückt	2				
Sonstiges	34	Sonstiges	2	Sonstiges	7				
Gutes Essen	202	Guter Service	46	Gute Lieferung	133	Gute Preise	7		
Gutes Essen	188	Guter/netter Service	43	Schnelle Lieferung	91	Gute Preise	4		
Große Portionen	4	Wunsch nach Extras erfüllt	3	Pünktlich	40	Faire Preise	2		
Gute Pizza	4			Gute Verpackung	1	Gute Angebote	1		
Guter Salat	4			Gute Lieferung	1				
Sonstiges	2								

Tabelle 4: Zusammensetzung der aggregierten Codestatistik

Ein guter Service, nette Mitarbeiter sind ein Leistungsmerkmal, welches aber nicht so wichtig ist, wie die anderen Merkmale, da die Kunden diesen Aspekt nicht so häufig kommentieren. Das Essen erscheint teilweise ein Leistungsmerkmal und teilweise ein Begeisterungsmerkmal zu sein. Die Qualität des Essens ist sehr subjektiv. Das Essen kann begeistern, aber auch enttäuschen. Klar ist aber, dass die Kunden wegen dem Essen bei einem Essenslieferdienst bestellen. Es ist daher logisch, dass das Essen eine herausragende Stellung einnimmt. Die Lieferung ist lediglich Mittel zum Zweck. Allerdings hat die Lieferung das Potential, das Serviceerlebnis nachdrücklich negativ zu beeinflussen. Alle vorangestellten Merkmale sind in Relation zu dem Preis der Leistung zu sehen. Gute oder schlechte Preise werden eher selten von den Kunden erwähnt. Der Preis scheint bei der Bewertung von Essenslieferdiensten eher eine geringe Rolle zu spielen. Da allerdings das Preis-Leistungs-Verhältnis gemeinhin als sehr wichtig gilt (Lichtenstein et al. (1993)), deutet dies darauf hin, dass sich in der Branche der Essenslieferdienste eine sehr stabile und homogene Preissetzung etabliert hat, welche vermutlich sehr kompetitiv ausgelegt ist. Es ist sicherlich lohnenswert, die Preissetzung in der Branche genauer zu untersuchen. Im Großen und Ganzen bestätigen die Zahlen die banale Intuition: Das Essen und die Lieferung sind die wichtigsten Leistungskomponenten eines Essenslieferdienstes. Alles andere rückt in den Hintergrund. Dies erzeugt eine interessante Situation, welche in dieser Reinform in der Praxis selten zu finden ist.

Es erscheint unwahrscheinlich, dass sich das Produkt der Essenslieferdienste in den nächsten Jahrzehnten grundlegend verändern wird. Umso wichtiger ist es, den Status quo zu betrachten: die Essenszubereitung, die Auslieferung und der Informationsfluss (Bestelleingang, interne Kommunikation, externe Kommunikation, *Track-and-Trace*, ...). Dies steht im Mittelpunkt der vorliegenden explorativen Studie.

5 Der typische Leistungserfüllungsprozess der Essenslieferdienste

Zentrales Element einer explorativen Studie ist die operationale Definition. Im vorliegenden Fall bezieht sich diese operationale Definition auf den Erfüllungsprozess der Essenslieferdienste. Anders ausgedrückt: Was macht ein Essenslieferdienst? Welche Prozesse existieren? Alle Experten wurden im Rahmen der Interviews nach den Abläufen im Unternehmen gefragt. Abbildung 1 ist das Ergebnis. Die Abbildung zeigt dabei fast alle Prozessmöglichkeiten. Nicht jeder Lieferdienst durchläuft alle Schritte, zum Beispiel werden bei manchen Lieferdiensten Bestellungen auf Zetteln notiert, bei anderen ausschließlich in elektronischen Kassensystemen. Manche Lieferdienste haben eine Qualitätskontrolle (Fahrer oder Service kontrollieren Bestellung) und andere vertrauen darauf, dass die Küche die Bestellung korrekt produziert/zusammenstellt.

Abbildung 1 hat einen Schwerpunkt auf der Informationsebene. Über welchen Kanal (Plattform, Internetseite, Telefon) wird bestellt? Wie werden die Informationen intern gemanagt? Welche Informationen werden wann an den Kunden kommuniziert? Insbesondere die Kommunikation hin zum Kunden erscheint derzeit noch zu spärlich. Zwar bieten die Bestellplattformen zumindest die Möglichkeit, die geschätzte Lieferzeit zu kommunizieren (ebenso wie ein Telefonat), allerdings erfolgt danach keine weitere Kommunikation mehr an den Kunden (außer bei L6, einer großen Kette, welche zunehmend mit kontinuierlichem *Track-And-Tracing* experimentiert). Auch bei der internen Kommunikation scheint der Zettel immer noch zu überwiegen. Zwar verwenden viele, auch kleine, Lieferdienste ein bald gesetzlich vorgeschriebenes Kassensystem, mit dem sie auch zufrieden sind. Allerdings druckt dieses Kassensystem bei allen Lieferdiensten (außer bei L6, welcher Küchenmonitore benutzt) einen Bon aus, welcher dann an die Küche weitergereicht wird. Dies ist ein fehleranfälliger Medienbruch und das ordnungsmäßige Management der Zettel ist aufwändiger als ein Computereintrag. Die Annahme, dass an dieser Stelle nicht immer alles rund läuft, wird durch die Kundenbeschwerden über falsch erfüllte Bestellungen (siehe oben) bestätigt. Während der Lieferung weiß in der Regel weder der Kunde noch der Lieferdienst selbst, wo der Fahrer derzeit unterwegs ist und wie weit die Bestellung bereits fortgeschritten ist. An dieser Stelle würde großes Potential durch den Einsatz von Smartphones bestehen, welche sowohl als Navigationsgerät, Ortungsgerät und Bestellungsmanagementsystem dienen können. Idealerweise würde der Standort und/oder Fortschritt des Fahrers auch an die Kunden kommuniziert. Insgesamt betrachtet ergeben sich mehrere Ansatzpunkte, bei denen bessere IT-Systeme (in Kombination mit geeigneter Hardware) einen vermutlich klaren Vorteil für die Lieferdienste und Kunden generieren würden. Allerdings ist dies für kleine Betriebe in Eigenentwicklung kaum zu stemmen. Derzeit scheinen sich Plattformlösungen wie *Lieferando* durchsetzen, welche als Schnittstelle zum Kunden angefangen haben, aber zunehmend alle Informationsschnittpunkte in den Lieferdiensten abdecken wollen.

Gleichzeitig erzeugt dies allerdings auch eine große Abhängigkeit der Lieferdienste von den Plattformen. Die Plattformen werden deswegen durchaus kritisch von den Lieferdiensten beäugt. Im weiteren Verlauf dieses Artikels wird auf die Beziehung zwischen den Plattformen und den Lieferdiensten noch genauer eingegangen.

Es folgt eine detailliertere Beschreibung der Ergebnisse der Experteninterviews im Hinblick auf den prozessualen und informatorischen Fluss:

Art und Häufigkeit des Bestelleingangs

Der Bestelleingang erfolgt entweder telefonisch, über die Plattformen, auf denen alle Lieferdienste bis auf einen (L1) vertreten sind, oder über die eigene Website. Ein Lieferdienst gab an, auch über das Faxgerät Bestellungen zu erhalten (L1).

Viele Befragten gaben an, dass im Vergleich zum Telefon die Bestellungen über Plattformen deutlich überwiegen (L2, L3, L9, L10, L11). Lediglich zwei Lieferdienste führten an, dass die Verteilung zwischen Telefon und Plattform gleich sei (L4, L7). Bei einem Lieferdienst gehen die Bestellungen am häufigsten über die eigene Website ein (L8). Dies steht vordergründig im Konflikt mit den Ergebnissen der aktuellsten Nestlé-Ernährungsstudie (Nestlé Deutschland 2019), bei der 66 % der Befragten geantwortet haben, lieber über das Telefon zu bestellen. Diese Diskrepanz kann viele Gründe haben. Eine wahrscheinliche Erklärung ist, dass die Personen, die häufig bestellen, lieber über die Plattform bestellen und die Gelegenheitsbesteller lieber über das Telefon. Auch zeigen die vorhandenen Statistiken (siehe Einleitung), dass junge Menschen häufiger Essen bestellen als ältere Menschen. Derzeit junge Menschen haben in der Regel eine höhere Internet-Affinität als derzeit ältere Menschen (Statista (2019b); Statista (2019c)). Es ist daher davon auszugehen, dass die Bestellung über das Internet sukzessive die Bestellung über das Telefon komplett verdrängen wird.

Schritte nach Bestelleingang

Je nach Art des Bestelleingangs sind auch die weiteren Schritte unterschiedlich. Wenn die Bestellung über eine Plattform eingeht, erfolgt dies anhand der spezifischen Plattformen-Geräte wie Tablets und Bondrucker. Bei Bestelleingang wird die voraussichtliche Lieferzeit in das Gerät eingegeben und diese dem Kunden damit übermittelt. Nach Eingabe der Zeit wird der Bon über den Bondrucker ausgedruckt. Im nächsten Schritt geben die Mitarbeiter des Service die Informationen des Bons manuell in das Kassensystem ein, wodurch wiederum ein Bon vom Kassensystem ausgedruckt wird.

Bestellungen, die über die eigene Website der Lieferdienste eingehen, werden direkt manuell in das Kassensystem übertragen und anschließend wird der Bon vom Kassensystem ausgedruckt.

Bei einer telefonischen Bestellannahme notiert die Hälfte der Befragten sich diese handschriftlich. Sofern ein Kassensystem vorhanden ist, werden die Informationen danach manuell übertragen. Zwei Lieferdienste besitzen jedoch aktuell kein Kassensystem (L2, L3). Die andere Hälfte erfasst den Bestelleingang direkt im Kassensystem und gibt die Bestellung dort manuell ein. In zwei Fällen erfasst das System automatisch bereits bekannte Kundendaten (L8, L10). Anschließend wird der Bon vom Kassensystem ausgedruckt.

Zwei Sonderfälle ergaben sich während der Befragung. Ein Befragter nutzt die Software von einer Plattform auf seinem Tablet, schreibt die notwendigen Bestellinformationen handschriftlich ab und gibt diesen Zettel an die Küche weiter (L7). Bei ei-

nem anderen Lieferdienst werden alle Onlinebestellungen von Website und Plattformen zusammengefasst und danach direkt in der Küche auf einem Monitor angezeigt (L6).

Im Regelfall steht am Ende von jedem Bestelleingang somit der Bon des Kassensystems oder in selteneren Fällen ein handschriftlicher Zettel, der nun an die Küche zur Zubereitung der Bestellung weitergegeben wird. Wenn die Zubereitung abgeschlossen ist, wird die Bestellung in eine Transportbox gepackt und mit dem entsprechenden Bon oder anderweitig gekennzeichnet. Daraufhin informiert ein Mitarbeiter der Küche den Fahrer über die fertige Bestellung. Drei Lieferdienste gaben an, dass im nächsten Schritt eine Servicekraft oder ein Fahrer die Bestellung auf Richtigkeit kontrollieren (L1, L4, L8). Im Anschluss daran koordiniert in den meisten Fällen der Inhaber oder eine Servicekraft, in welcher Reihenfolge die Kunden angefahren werden und stellt die entsprechende Route mit Google Maps zusammen. Eine Ausnahme bildet Lieferdienst 6, der einen Fahrermonitor zur automatischen Erstellung der Route verwendet.

Im Normalfall gibt schließlich der Fahrer die Route in das Navigationssystem ein und die Auslieferung der Bestellung kann erfolgen. Dabei verwenden alle Lieferdienste einen eigenen Fuhrpark. Nur ein Lieferdienst ist auf einer Logistikplattform vertreten, die, wenn über die verbundene Plattform bestellt wird, den Service der Auslieferung übernimmt (L12).

Dauer des gesamten Prozesses

Der Prozess von Bestelleingang bis zur abgeschlossenen Auslieferung zum Kunden dauert nach Angaben der Lieferdienste bei normalem Tagesbetrieb 30 bis 45 Minuten. Wenn sehr wenig Betrieb ist, kann die Bestellung, je nach Entfernung zum Kunden, bereits nach 20 bis 30 Minuten beim ihm eintreffen. Bei Stoßzeiten kann sich die Lieferzeit auf bis zu 1,5 bis 2,5 Stunden erhöhen (L4, L10, L11).

6 Time-Motion-Studien bei zwei unterschiedlichen Pizzalieferdiensten

Neben der Informationsebene des Prozesses kann auch die zeitliche und physische Ebene betrachtet werden. Die verschiedenen Lieferdienste verwenden teilweise sehr unterschiedliches Equipment und jedes Essen wird unterschiedlich zubereitet. Deswegen kann diese physische Ebene nicht vollumfänglich in einem Diagramm dargestellt werden. Auch die analysierten Kundenbewertungen geben nur selten Aufschluss darüber, wie lange eine Lieferung gedauert hat und die internen Prozesse sind für die Kunden sowieso nicht sichtbar. Stattdessen sollen zwei Time-Motion-Studien, durchgeführt bei L6 und L7, als Beispiele für die zeitliche und physische Ebene dienen. Beide Lieferdienste sind Pizzalieferdienste. Beide Lieferdienste sind ähnlich

zentral in der erweiterten Innenstadt von Bamberg stationiert. Lieferdienst 6 ist eine große Kette, die viele andere Niederlassungen in Deutschland hat und auf Pizzalieferungen spezialisiert ist. Lieferdienst 7 ist ein Familienunternehmen, welches nur in Bamberg existiert und neben dem Lieferbetrieb auch einen Restaurantbetrieb hat, welcher größer ist als der Lieferbetrieb. L6 verwendet einen sehr leistungsstarken Durchlaufofen, um die Pizza zu backen. L7 verwendet normale professionelle Piz-zaöfen. L6 fährt die Pizzen mit Elektrofahrrädern aus, L7 mit dem Auto. Barnes (1949), S. 333 definiert die Time-Motion-Study als Erhebungsinstrument für die Zeiten, die eine Person bei der Ausübung ihres Berufes für die jeweiligen Prozessschritte benötigt. Ein Ziel ist es, die Standardzeiten für die jeweiligen Prozesse zu definieren. Solche Standardzeiten können von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich sein. Je nach Essensart kann sich zum Beispiel die Zubereitungszeit erheblich unterscheiden.

Im Rahmen der vorliegenden explorativen Studie können nur sehr grobe Aussagen über Standardzeiten getroffen werden. Trotzdem mögen diese ersten Beobachtungen einen Orientierungspunkt dafür bieten, welche Zeitverbräuche üblich sind und welche Verbesserungen möglich sind, wenn sich ein Unternehmen auf Essenslieferungen spezialisiert und moderne Technik einsetzt.

Aus Abbildung 1 lassen sich folgende wichtige Zeiten ableiten, welche in Abbildung 2 zusätzlich grafisch dargestellt sind:

- 1.) Zeit für den Bestelleingang
- 2.) Zeit zwischen Bestelleingang und Beginn Zubereitung des Essens
- 3.) Zeit für die Zubereitung
- 4.) Zeit zwischen Beginn Zubereitung des Essens und Beginn Auslieferung
- 5.) Zeit für die Auslieferung

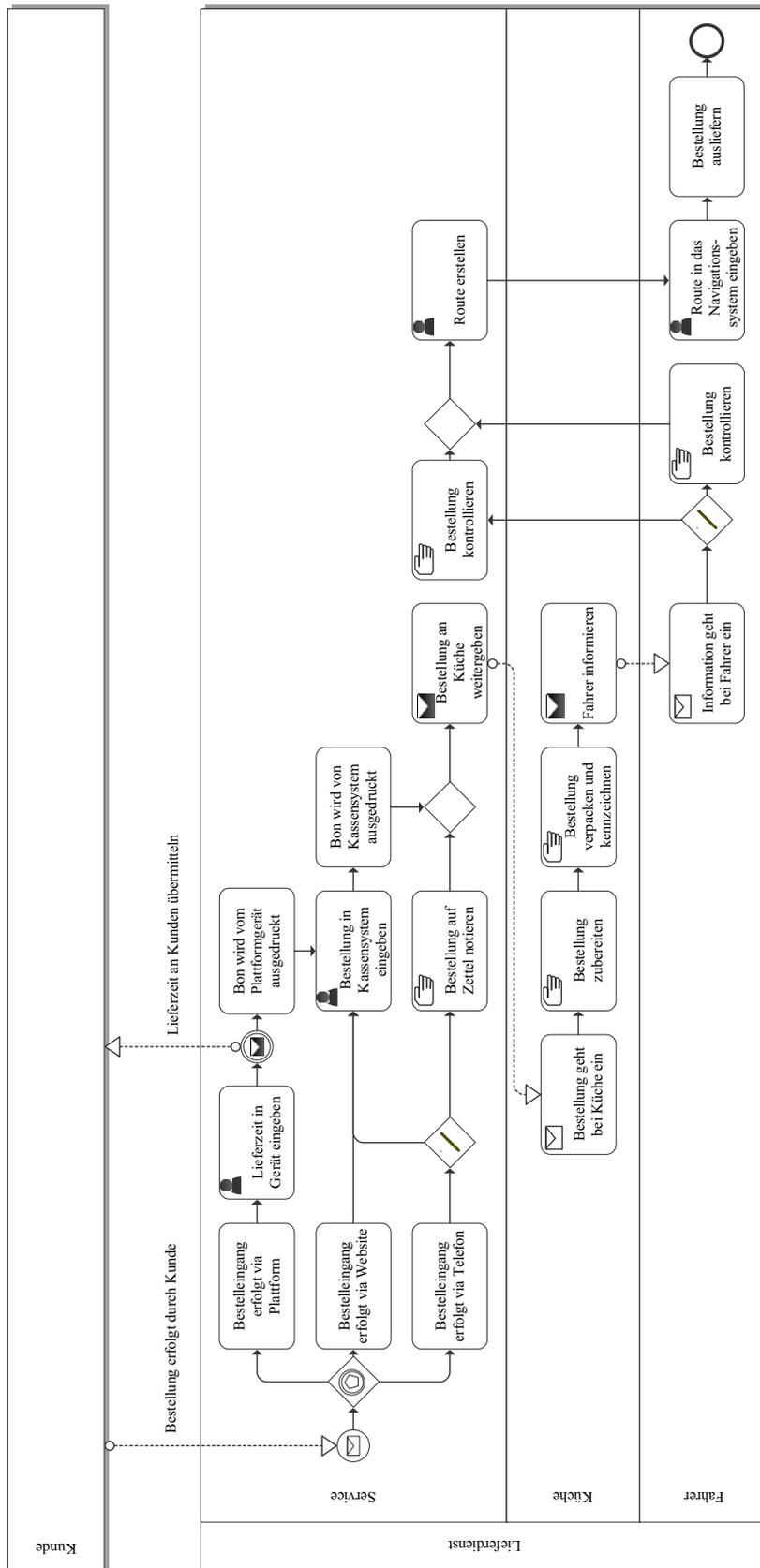


Abbildung 1: Der Erfüllungsprozess bei Essenslieferdiensten (nicht jeder Lieferdienst durchläuft alle möglichen Prozessschritte)



Abbildung 2: Zentrale Zeiten im Leistungsprozess der Essenslieferdienste

Auf eine detaillierte Betrachtung der Zubereitung des Essens wurde verzichtet, da sich die Zubereitung je nach Essensart stark unterscheiden kann. Ebenfalls wurde der Bestelleingang nicht erfasst. Bei einer Bestellung über das Internet hat zwar der Kunde Zeitaufwand, der Lieferdienst bekommt die Bestellinformationen allerdings geordnet präsentiert und muss die Bestellung lediglich annehmen und an die Küche weitergeben. Wenn die Bestellung über das Telefon eingeht, haben sowohl der Kunde als auch der Lieferdienst Zeitaufwand, welcher allerdings nur bedingt optimiert werden kann, da die Länge des Telefonats maßgeblich vom Verhalten des Kunden und der Informationsübertragungsrate eines persönlichen Gesprächs bestimmt ist. Zudem haben viele Lieferdienste angegeben, dass die Bestellungen überwiegend über Bestellplattformen (Internet) eingehen. Gleichwohl kann die Untersuchung des Bestelleingangsprozesses ein vielversprechendes zukünftiges Forschungsvorhaben sein, ist es doch einer der wenigen Kontaktpunkte zum Kunden. Die für diese explorative Studie interviewten Experten präferierten klar die Bestellung über das Internet (weniger Zeitverbrauch für den Lieferdienst und weniger sprachliche Probleme) und gaben auch an, dass die meisten Kunden über das Internet bestellen. Gleichzeitig kann eine Bestellung über das Telefon flexibler sein, da Sonderwünsche diskutiert werden können. Die korrekte Aufnahme der Kundenbestellung ist wichtig, damit der Kunde sich später nicht darüber beschwert, dass ein Sonderwunsch (z. B. Extrazutat auf der Pizza) nicht erfüllt wurde. Derzeit bietet die Bestellung über das Internet noch keine bequeme Möglichkeit, die Flexibilität eines Telefonats nachzubilden.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der Time-Motion-Studien für L6 und L7. Damit die beiden Time-Motion-Studien vergleichbar sind, fanden beide Erhebungen jeweils an einem Sonntagabend im Zeitraum von 17:30 Uhr bis 19:30 Uhr statt. Mithilfe des Smartphones wurden durch eine kontinuierliche Zeitmessung die Uhrzeiten der einzelnen Messpunkte sekundengenau erfasst. Für die Messung der Auslieferungszeit wurde bei L7 die Abgabe der Bestellung beim Kunden durch den Fahrer auf einen Zettel notiert. Bei L6 war dies nicht möglich und es wurden die vom Routenplaner

errechneten Zeiten verwendet und eine pauschale Übergabezeit von 2 Minuten und 46 Sekunden draufgerechnet. Diese Übergabezeit wurde aus den Daten von L7 abgeleitet. Bei L7 trafen in dem Zeitraum 17:30 Uhr bis 19:30 Uhr nur 9 Bestellungen ein, von denen 6 ausgeliefert wurden und 3 von den Kunden selbst abgeholt wurden. Bei L6 trafen 41 Bestellungen ein, von denen 33 ausgeliefert wurden und 8 von den Kunden selbst abgeholt wurden. Dies ergibt bei L7 einen Selbstabholanteil von 33 % und bei L6 von ca. 20 %. Für zukünftige Forschung wäre es sinnvoll, diese Anteile in der Branche genauer zu bestimmen und die Dynamik zwischen Selbstabholung und Lieferung genauer zu untersuchen. Eine Selbstabholung ist grundsätzlich für den Essenslieferdienst attraktiver, da keine Lieferkosten anfallen. Allerdings ist es vermutlich wichtig, dass das Essen fertig ist, wenn die Kundin zur Abholung kommt, da eine Wartezeit beim Lieferdienst (vs. zu Hause) wahrscheinlich als sehr negativ angesehen wird.

Bei der Betrachtung von Abbildung 3 fällt auf, dass Lieferdienst 6 durchschnittlich deutlich weniger Zeit für die Zubereitung des Essens benötigt hat. Die Daten bestätigen die Hypothese, dass Essenslieferdienste teilweise Mini-Fabriken sind und stark von Economies Of Scale und Spezialisierung profitieren können. Dabei wirken viele Faktoren zusammen; zum Beispiel technologische Hardware in Form von einem leistungsstarken Durchlaufofen, aber auch optimierte Prozesse, das Küchenlayout sowie ein spezialisiertes Menü.

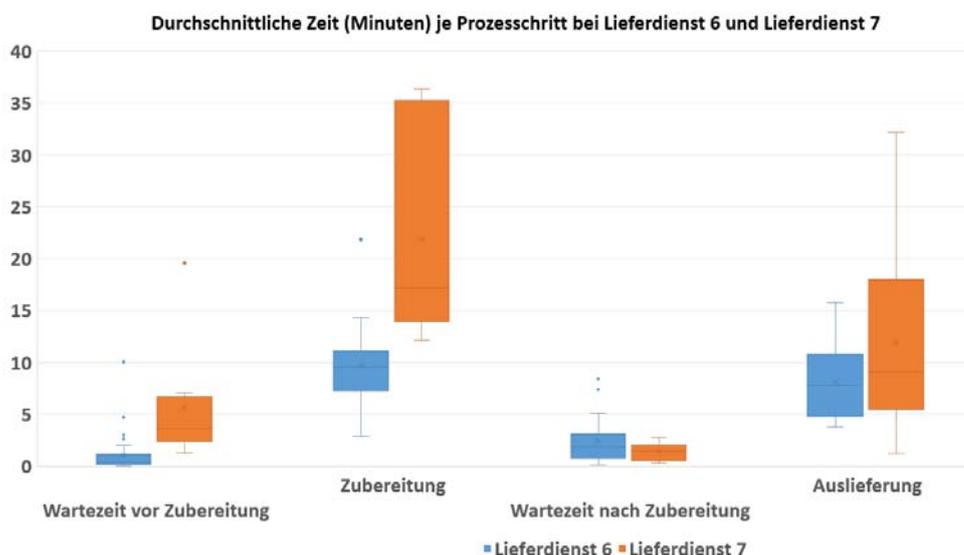


Abbildung 3: Ergebnisse der zwei Time-Motion-Studien

Die Wartezeiten vor und nach der Zubereitung sind grundsätzlich nicht direkt wertschöpfend, sollten deswegen aber nicht unbedingt komplett vermieden werden. Die zweite Wartezeit nach der Zubereitung ist dabei problematischer als die Wartezeit vor der Zubereitung, da das Essen nach der Zubereitung nicht zu lange herumstehen

sollte (Temperatur, Frische). Gleichzeitig befindet sich die Wartezeit nach der Zubereitung allerdings auch in einem direkten Trade-off mit der Anzahl der Fahrer. Die Wartezeit ist maßgeblich davon abhängig, ob gerade ein Fahrer bereitsteht, die Bestellung auszuliefern oder nicht. Bei Lieferdienst 6 wurde während der Erhebung der Zeiten zum Beispiel beobachtet, dass nicht immer sofort ein Fahrer bereit war, da alle Fahrer unterwegs waren. Eine durchschnittliche Wartezeit von null Minuten sollte in aller Regel nicht erstrebenswert sein, da die benötigte Anzahl an Fahrern vergleichsweise sehr hoch wäre. Es existiert ein klassisches Warteschlangenproblem, in dem die Bestellungen auf Auslieferung warten. Dieses Problem kann mit den bekannten Methoden der Warteschlangentheorie analysiert werden. Keiner der befragten Lieferdienste wendet allerdings Warteschlangentheorie an, wobei diese Aussage bei Lieferdienst 6 wahrscheinlich nur für die Niederlassung und nicht den ganzen Konzern gelten kann. Grundsätzlich ist den Inhabern der Lieferdienste dieser Trade-off aber bewusst und die Anzahl der Fahrer wird nach Erfahrung festgelegt.

Lieferdienst 6 hat im Beobachtungszeitraum die Wartezeit vor der Zubereitung geringgehalten, wohingegen Lieferdienst 7 teilweise sehr lange gewartet hat, bevor mit der Zubereitung begonnen wurde. Eine durchgehend hohe Wartezeit vor der Zubereitung deutet grundsätzlich darauf hin, dass das Produktionssystem (Küche) voll ausgelastet ist und es einen Backlog an Aufträgen gibt. Aber auch wenn das Produktionssystem nicht voll ausgelastet ist, kann es sinnvoll sein, mit dem Start der Zubereitung des Essens zu warten. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn ein Kunde das Essen zu einem späteren Zeitpunkt geliefert bekommen oder abholen möchte. Ebenfalls kann es sinnvoll sein, mit der Zubereitung zu warten, um die Wartezeit auf einen freien Fahrer nach der Zubereitung zu minimieren. Bei Lieferdienst 6, welcher in aller Regel nur eine Bestellung pro Fahrt ausliefert, beschränkt sich die Optimierung auf die Wartezeit bis zur nächsten Rückkehr eines Fahrers. Bei anderen Lieferdiensten, welche öfters zwei bis drei Bestellungen gleichzeitig mit dem Auto ausliefern, erweitert sich der Optimierungsumfang zudem auf die zeitgenaue Fertigstellung von Gerichten eines Auslieferungsbündels. Die Wartezeit vor Beginn der Zubereitung eignet sich daher nur bedingt als undifferenzierte Leistungskennzahl. Die Wartezeit vor Beginn der Zubereitung kann gezielt dazu verwendet werden, um die wichtigere Wartezeit nach der Zubereitung zu optimieren. Bis auf klare Vorgaben des Kunden (z. B. Lieferung erst in zwei Stunden) oder einem klaren Mangel an Fahrern (z. B. einziger Fahrer hat gerade damit begonnen, 3 Bestellungen auszuliefern), findet bei den untersuchten Lieferdiensten keine Optimierung dahingehend statt. Für eine solche Optimierung wäre es in jedem Fall zuträglich, wenn die aktuellen Standorte und die geschätzten Rückankunftszeiten der Fahrer bekannt wären (*Track-And-Trace*). Zudem wäre intelligente Software oder eine einfache händische Heuristik notwendig, welche

auf Basis der Fahrerdaten, der Auftragslage und der eingepflegten Prozessschrittzeiten eine Optimierung zur Entscheidungsunterstützung durchführt. Es besteht lohnenswerter Forschungsbedarf.

Die Zeit für die Auslieferung liegt bei beiden Lieferdiensten ungefähr gleich, Lieferdienst 6 ist im Durchschnitt etwas schneller. Wobei einschränkend daran erinnert werden muss, dass für Lieferdienst 6 unbekannt ist, wie lange jeweils die Übergabe der Bestellung (Verlassen des Transportmittels bis Ende Bezahlung) gedauert hat. Für diese Zeiten wurde pauschal der Durchschnittswert von Lieferdienst 7 verwendet. Es ist daher logisch, dass die Varianz in den Daten von Lieferdienst 6 geringer ist und die Zeiten der beiden Lieferdienste vielleicht etwas ähnlicher sind, als sie es in der Realität waren. Grundsätzlich lässt sich aber feststellen, dass die Vorteile von elektrisch betriebenen Fahrrädern in einer städtischen Umgebung überwiegen. Ein Lieferauto hat eine höhere Maximalgeschwindigkeit, kann diese aber nicht immer ausnutzen und wird öfters von Ampeln und Verkehr gestört. Zudem kann es in der Altstadt schwierig sein, in der Nähe des Kunden anzuhalten. Neben Elektrofahrrädern hat Lieferdienst 6 ebenfalls elektrische Roller, welche eine höhere Geschwindigkeit erlauben. Unabhängig von der Lieferzeit erscheinen Elektrofahrräder aber als die bessere Wahl. Sie sind günstiger im Anschaffungspreis und haben niedrigere Betriebskosten. Zudem passen sie gut in eine Gesellschaft, die zunehmend auf Umweltverträglichkeit ausgerichtet ist. Lediglich das Fassungsvermögen eines Lieferautos ist größer. Dieser Vorteil kann aber oft nicht ausgenutzt werden, da auch in ein typisches Lieferauto oft nur maximal zwei bis drei Bestellungen passen und auch die erhöhte Lieferzeit gegen eine zu starke Bündelung von Bestellungen spricht. Grundsätzlich sollten die Lieferdienste darauf ausgerichtet sein, die Bestellung so schnell wie möglich zum Kunden zu bringen. Dies geht mit einer Bestellung pro Fahrt am besten. Dagegen sprechen die erhöhten Personalkosten, da mehr Fahrer angestellt werden müssen. Allerdings ist die Streckenersparnis durch eine Bündelung von zwei Aufträgen in den meisten Fällen gering. Dadurch, dass nur zwei bis drei Bestellungen gebündelt werden, ergibt sich kein dichtes Netz an Lieferpunkten. Das klassische *Vehicle Routing Problem* spielt praktisch keine Rolle. Die untersuchten Lieferdienste gaben lediglich an, eine Bündelung von Bestellungen vorzunehmen, wenn sie sehen, dass zwei Lieferorte nah beieinanderliegen.

7 Experteninterviews

7.1 Hardware und Software – Ergebnisse der Experteninterviews

Neben den zwei im Rahmen der Time-Motion-Studien genauer untersuchten Lieferdiensten wurden auch die anderen Lieferdienste im Rahmen der Experteninterviews über ihre technische Ausstattung befragt.

Maschinen für die Zubereitung

Je nach Art der Küche benötigen die Lieferdienste unterschiedliche Maschinen oder Geräte, hauptsächlich zum Beispiel den Ofen, den Grill, die Fritteuse, den Wok oder den Reiskocher. Aufgrund der Heterogenität der eingesetzten Maschinen ist die Kapazität insgesamt nicht vergleichbar. Zu bemerken ist jedoch, dass die Kapazität teilweise durch das Hinzuziehen von Ersatzgeräten oder durch einen flexiblen Einsatz der Maschinen kurz- bis mittelfristig erhöht werden kann (L3, L5, L6, L8, L12).

Dreiviertel der Befragten geben an, dass die Maschinen in der meisten Zeit nicht voll ausgelastet sind und es zu keinem Engpass kommt (L2, L4, L5, L7, L8, L9, L11, L12). Nur bei vier Lieferdiensten kommen die Maschinen häufiger an die Kapazitätsgrenze (L1, L3, L6, L10). Für drei dieser Lieferdienste stellen die Maschinen einen Engpass dar (L1, L6, L10). Dieser kann jedoch aus Platzgründen nicht behoben werden.

Fuhrpark für die Auslieferung

Der Fuhrpark der Lieferdienste ist für die Auslieferung ausreichend und kann laut Angaben der Befragten durch Hinzuziehen privater Fahrzeuge kurzfristig vergrößert werden. Besonderheiten beim Fuhrpark sind zum einen die Verwendung von E-Bikes von Lieferdienst 6. Zum anderen ist die Möglichkeit der Nutzung der Logistikplattform bei Lieferdienst 12 hervorzuheben.

Die Fahrer werden in den meisten Fällen je nach Aufkommen flexibel eingesetzt, wodurch keine Probleme bei der Auslieferung zustande kommen. Lediglich ein Lieferdienst gibt an, bei hohem Aufkommen manchmal zu wenige Fahrer zur Verfügung zu haben, wodurch für ihn ein Engpass entsteht (L6). Mithilfe der Kapazität der Transportboxen und deren möglicher Anzahl je Fahrzeug wurde die Kapazität des Fahrzeugs geschätzt. Mit einem Fahrzeug können im Schnitt maximal 3 Bestellungen mitgenommen werden, also drei Kunden abgefertigt werden. Der Großteil der Lieferdienste hat kein Problem mit der Auslastung der Fahrzeuge. Nur bei zwei Lieferdiensten sind die Fahrzeuge häufiger komplett ausgelastet (L10, L11).

Um das Essen warm zu halten, kommen bei allen Lieferdiensten bestimmtes Verpackungsmaterial und Transportboxen zum Einsatz. Einige Lieferdienste achten dabei auf Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit (L4, L8, L10).

Ausstattung durch die Plattformen

Die Lieferdienste, die auf Plattformen vertreten sind, besitzen technische Geräte wie Tablets oder Bondrucker für den Bestelleingang. Außerdem kann auch unabhängig von diesen Geräten über den eigenen Laptop oder das Smartphone auf die bereitgestellte Software der Plattformen zugegriffen werden. Lieferdienst 9 berichtet von zu-

sätzlichen Funktionen der Geräte: im Fall eines neuen Bestelleingangs macht das Gerät akustisch darauf aufmerksam, bis die Bestellung akzeptiert wird. Das nächste akustische Signal erfolgt, wenn laut Berechnung des Tablets die Auslieferung beginnen muss, um pünktlich beim Kunden anzukommen.

Viele Lieferdienste sind mit dem Service der Plattformen aber nicht zufrieden. Drei Lieferdienste berichten von technischen Problemen: Bestellungen, welche Kunden über die Plattformen tätigen, werden in manchen Fällen mit Zeitverzögerungen oder teilweise gar nicht an die Lieferdienste weitergegeben (L4, L8, L12). Eine weitere Schwachstelle sehen die Befragten in Bezug auf notwendige Anpassungen, die nicht eigenständig vorgenommen werden können (L4, L5). Änderungen an der Menükarte sind nur per Antrag an die Plattformen möglich und auch, wenn kurzfristig die Verfügbarkeit von Produkten nicht gegeben ist, ist eine Modifikation der Menüauswahl seitens der Lieferdienste nicht ausführbar. Darüber hinaus können Bestellungen, die einmal eingegangen sind, nicht mehr storniert werden (L5). Um die Bestellungen der Plattformen besser mit seinem System zu verknüpfen, fragte Lieferdienst 8 bei den Plattformen an, ob diese ihm die notwendige Schnittstelle zur Verfügung stellen können. Laut Aussagen der Plattformen war dies leider nicht möglich.

Kassensysteme der Lieferdienste

Unabhängig von der Ausstattung durch die Lieferdienste besitzen, bis auf zwei Ausnahmen (L2, L3), alle Lieferdienste ein Kassensystem. Lieferdienst 3 erwähnt explizit, dass bei ihm in naher Zukunft ein Kassensystem zum Einsatz kommen wird. Grund dafür sind neue gesetzliche Regelungen, welche die Verwendung eines Kassensystems vorschreiben. Zudem erhofft sich L3 einen geringeren Arbeitsaufwand im Vergleich zur manuellen Erfassung der Bestellungen. Insgesamt sind die Lieferdienste mit ihren Kassensystemen zufrieden. Über die Basisfunktion des Bonierens hinaus haben manche Systeme zusätzliche Funktionen wie die Arbeitszeiterfassung der Mitarbeiter, Unterstützung bei der Buchhaltung (L6) oder eine automatische Erfassung von bereits bekannten Kundendaten bei telefonischem Bestelleingang (L8, L10). L11 empfindet, dass mit dem Kassensystem die Bestellungen häufiger richtig erfasst werden. Auch Lieferdienst 8 ist der Meinung, dass es bei einer Zettelwirtschaft wahrscheinlicher ist, dass etwas verloren geht. Ein Befragter erwähnt aber auch die Gefahren einer kompletten Integration und Automatisierung (L9). Er findet, dass bei einem manuellen Eintippen der Bestellung in das Kassensystem mögliche Sonderwünsche der Kunden besser auffielen.

7.2 Prozesse – Ergebnisse der Experteninterviews

Neben der technischen Ausstattung der Lieferdienste wurden die Lieferdienste zudem über die Prozesse allgemein befragt. Im semi-strukturierten Fragebogen wurde dabei

insbesondere auf das Stoßzeitenmanagement, die interne und externe Kommunikation, die Auslieferung und das Beschwerdemanagement abgezielt.

Stoßzeitenmanagement

Bei dieser Kategorie geht es darum, ob die Lieferdienste aktuell bei hohem Aufkommen Maßnahmen ergreifen, oder ob sie Unterstützung beim Managen der Stoßzeiten brauchen.

Ein Drittel der Lieferdienste arbeitet während der Stoßzeiten an ihrem Limit (L1, L4, L5, L10). Während des hohen Aufkommens können ab einer gewissen Grenze keine weiteren Bestellungen mehr angenommen werden und der Service über die Plattformen wird für diese Zeit eingestellt. Auf die Frage hin, ob der Ablauf während der Stoßzeiten ein anderer ist, antworten vier Lieferdienste, dass sich an dem Ablauf nichts ändert, sondern sich nur die Lieferzeit erhöht (L1, L5, L7, L9). Maßnahmen, die andere Lieferdienste ergreifen, sind bspw. das Aufstocken von Personal (L8, L9), eine bessere Vorbereitung des Essens, der Küche (L2) oder die Optimierung der Fahrwege (L6, L11). Ein Lieferdienst sieht vor allem die Kommunikation mit dem Kunden während der Stoßzeiten als kritisch: „[...] sobald das Aufkommen steigt, steigt, steigt, haben wir immer weniger Zeit solche Sachen zu optimieren. [...] So lange so wenig los ist, habe ich da keinen Optimierungsbedarf. Es ist eigentlich ein Teufelskreis dann.“ (L4) Zwei Lieferdienste geben an, dass sie während der Stoßzeiten für bestimmte Aktivitäten keine Zeit mehr haben: Lieferdienst 8 schafft es bei hohem Aufkommen nicht, Kunden über einen Lieferverzug zu informieren. Bei Lieferdienst 4 tragen die Mitarbeiter nicht mehr in das zur Übersicht über die Bestellungen verwendete Lieferprotokoll ein. Insgesamt ist den Lieferdiensten bewusst, dass die Prozesse während der Stoßzeiten fehleranfälliger sind, sodass es zu Verwechslungen der Bestellung oder zur Auslieferung unvollständiger Bestellungen kommen kann. Hieraus geht deutlich hervor, dass Optimierungsbedarf bei hohem Aufkommen besteht.

Kommunikation

Ein wichtiger Bestandteil des Auftragserfüllungsprozesses, der einen reibungslosen Ablauf fördert, ist die Kommunikation an den Schnittstellen. Dies betrifft die Kommunikation innerhalb des Lieferdienstes sowie die externe Kommunikation mit den Plattformen und den Kunden.

Die Kommunikation der Mitarbeiter in Richtung Küche geschieht meistens in Form der Weitergabe von Bons oder Zetteln (L1, L2, L4, L7, L9, L10, L11, L12). Wenn eine Bestellung fertig ist, wird dies dem Fahrer immer mündlich mitgeteilt. An dieser Schnittstelle sieht Lieferdienst 4 das größte Verbesserungspotential: „Kommunikation. Kommunikation zwischen der Servicekraft und dem Fahrer und dann die eigene

Kontrolle, ob die Bestellung vollständig ist. Das ist die wichtigste Optimierung. Training.“ Hierbei spricht der Befragte auch die Notwendigkeit der Kontrolle einer Bestellung auf Vollständigkeit an. In zwei Fällen ist der Mitarbeiter, der die Bestellung annimmt, auch für die Zubereitung zuständig (L3, L4). Daher ist keine Kommunikation erforderlich. Für die Schnittstellenkommunikation verwendet Lieferdienst 6 die Küchenmonitore.

Die Kommunikation mit den Plattformen, im Hinblick auf Anfragen der Lieferdienste, verläuft laut Lieferdienst 5 einwandfrei. Lieferdienst 4 bemängelt das Fehlen eines direkten Ansprechpartners beispielsweise in Bezug auf das Stellen von Anträgen.

Mit den Kunden wird entweder über die technischen Geräte der Plattformen kommuniziert oder über das Telefon. Die Kommunikation per Telefon ist in mehrerer Hinsicht problematisch. Viele Mitarbeiter haben Probleme mit der deutschen Sprache und auch unabhängig davon kann es zu Missverständnissen in Bezug auf Namen und Adresse der Kunden sowie Details der Bestellung kommen. Des Weiteren ist die Erreichbarkeit des Kunden nicht immer gegeben und führt zu Problemen, z. B. wenn dieser über einen Lieferverzug informiert werden soll. Im Vergleich dazu birgt der Bestelleingang über die Plattform keine hohe Fehleranfälligkeit, da der Kunde dort seine Angaben eigenständig tätigt und schriftlich übermittelt. Wie in Abbildung 1 dargestellt, geschieht auch die Übermittlung der voraussichtlichen Lieferzeit anhand der Tablets von den Lieferdiensten. Problematisch ist die Einseitigkeit der „technischen“ Kommunikation. Bei unvollständigen Angaben durch den Kunden muss trotzdem das Telefon für Nachfragen genutzt werden.

Auslieferung

Um mehr über die Verbesserungspotentiale in der Auslieferung zu erfahren, wurde zuerst das Verfahren für die Ermittlung der Lieferzeit betrachtet. Danach wurde erfragt, ob die Lieferdienste Entscheidungsregeln für das Losfahren des Lieferfahrzeugs und die Wahl der Route anwenden. Anschließend wurde gefragt, wie viele Bestellungen je Tour zusammengefasst werden und wie die Zusammenstellung der Route erfolgt.

Die Lieferzeit, die den Kunden beim Bestelleingang genannt wird, beruht laut Aussagen von zwei Befragten auf subjektiven Schätzungen (L8, L11). Ebenfalls zwei Lieferdienste führen an, dass sie auf die tatsächliche Lieferzeit fünf bis zehn Minuten aufschlagen (L1, L5).

Für das Losfahren des Lieferfahrzeugs gibt es keine feste Entscheidungsregel. Die Bestellungen werden nach Eingangszeit bearbeitet und nach Fertigstellung fährt das Lieferfahrzeug los. In seltenen Fällen, wenn laut den Kundenadressen Bestellungen

nah beieinanderliegen, werden zwei bis maximal drei Bestellungen zu einer Tour zusammengefasst. Die maximale Anzahl der Bestellungen je Tour ist auch durch die Temperatur des Essens begründet, welche bei längerer Wartezeit immer mehr abnimmt.

Da die meisten Bestellungen einzeln ausgeliefert werden, ist bei der Bestimmung der Route keine Priorisierung der Kunden notwendig. Wenn zwei bis drei Bestellungen auf einer Tour sind, geht es wie bei der Zubereitung nach dem Prinzip „First Come, First Serve“ (L1, L3, L5, L6, L8, L9, L10, L12). Zweitrangiges Kriterium für die Bestimmung der abzufahrenden Reihenfolge ist die Temperatur des Essens. In den meisten Fällen liegt die Entscheidung, ob Bestellungen zusammengefasst werden und wie die abzufahrende Reihenfolge ist, nicht beim Fahrer, sondern wird vom Inhaber oder einer Servicekraft koordiniert. Lieferdienst 2 merkt an, dass bei der Zusammenstellung von Routen mit mehreren Bestellungen viel Erfahrung notwendig ist. Falls eine Route mit 2–3 Kunden zusammengestellt wird, so geschieht dies in der Regel mit Google Maps, oder, wenn der Fahrer selbst über die Reihenfolge entscheidet, über das Navigationssystem im Auto. Bei Lieferdienst 6 kommt ein Fahrermonitor zum Einsatz, der dem Fahrer die optimale Route ohne manuelles Zutun anzeigt. Lieferdienst 8 verwendete in der Vergangenheit eine selbst programmierte automatische Routenberechnung.

Kundenzufriedenheit

In der Wahrnehmung der Lieferdienste beschwerten sich die Kunden vorwiegend über die Lieferzeit (L1, L2, L4, L6, L9, L10, L11, L12). Diese Wahrnehmung deckt sich mit den Daten der im Rahmen dieser explorativen Studie durchgeführten Analyse der Kundenbewertungen auf der Bestellplattform *Lieferando*. Beschwerden über lange Lieferzeiten kommen während der Stoßzeiten häufiger vor, ansonsten gehen nur wenige Beschwerden bei den Lieferdiensten ein. Unvollständigkeit oder Verwechslung der Bestellung seien nur sehr selten der Fall. Dies deckt sich nicht mit der Analyse der Kundenbewertungen. Auf *Lieferando* ist das Fehlen von Extrazutaten oder die Lieferung von falschen Gerichten ein häufiger Kritikpunkt. Ursachen dafür sind meistens menschliche Fehler, die auf Multitasking oder Überlastung der Mitarbeiter zurückzuführen sind. Bei Lieferverzug wird der Kunde laut Angaben einiger Befragter telefonisch informiert (L2, L4, L7, L9). Bei längeren Wartezeiten oder Beschwerden seitens der Kunden erhalten diese bei manchen Lieferdiensten als kleine Entschädigung Beigaben in Form von Getränken, Desserts oder Gutscheinen (L3, L5, L6, L10, L12). Ein Lieferdienst hinterlegt etwaige Beschwerden im System und kann so bei der nächsten Bestellung des jeweiligen Kunden darauf reagieren (L8).

Veränderungen an den Prozessen als Reaktion auf die Beschwerden wurden nicht vorgenommen. Nur ein Lieferdienst berichtet von der Einführung eines Lieferprotokolls, um die Übersicht über Wunschliefertermine der Kunden zu behalten (L4).

7.3 Mögliche Verbesserungen aus Sicht der Lieferdienste – Ergebnisse der Experteninterviews

Im Rahmen der Experteninterviews wurden die Lieferdienste zudem gezielt danach gefragt, wo sie selbst Verbesserungspotential sehen. Die Antworten wurden dabei in die Kategorien Technologie und Prozesse allgemein zusammengefasst.

Meinungen zu weiteren technologischen Möglichkeiten

In dieser Kategorie geht es um die Ansichten und Ideen der Lieferdienste zu weiteren technologischen Möglichkeiten zur Unterstützung ihrer Prozesse.

Auffällig ist, dass einige der Befragten keine Vorstellungen von technologischen Möglichkeiten haben (L5, L10, L12). Auch Lieferdienst 6 sieht keinen weiteren Optimierungsbedarf bei seinem eigenen Technologieeinsatz. Lieferdienst 7 wiederum möchte das aktuell nicht zum Einsatz kommende Bongerät der Bestellplattform gerne in Zukunft verwenden. Einigen Lieferdiensten reicht die Technologie der Plattformen bereits aus (L2, L3, L9, L11).

Gleich zwei eigene Ideen zur technologischen Unterstützung der Prozesse hat Lieferdienst 8. Zum einen möchte der Befragte gerne Küchenmonitore zur Optimierung der Produktion einsetzen (L8). Zum anderen hat er selbst ein Tool entwickelt und bereits in Betrieb gehabt, das die Route zum Ausliefern für die Fahrer erstellt. Dabei befindet sich auf dem Bonausdruck ein Barcode, der mit dem Smartphone gescannt werden kann und dort die optimale Route anzeigt. Dies spart Zeit und lässt zudem eine einfachere Abrechnung der Mitarbeiter zu. Technologisches Potential sieht Lieferdienst 4 in der Konzipierung einer eigenen App. Seine Idee ist es, dass sich lokale Lieferdienste zusammentun, um gemeinsam eine App zu entwickeln. Diese soll es den Lieferdiensten ermöglichen, unabhängig von den Plattformen zu agieren. Weitere Vorschläge betreffen noch nicht ausgereifte Technologien wie Roboter zum Kochen oder Drohnen zum Ausliefern (L5, L9).

Meinungen zu Änderungen der Prozesse allgemein

Diese Kategorie fasst alle Aussagen der Befragten zusammen, die sich auf mögliche Änderungen an den aktuellen Abläufen beziehen. Acht der zwölf Lieferdienste sehen ihre aktuellen Prozesse als optimal an und würden daher keine Anpassungen vornehmen (L3, L5, L6, L8, L9, L10, L11, L12). Ein Lieferdienst zieht in Erwägung bei zukünftig höherem Aufkommen zu sehen, ob Optimierungsbedarf besteht und infolgedessen mehr Mitarbeiter einzustellen (L12). Eine Verbesserung der Prozesse sehen

drei Lieferdienste in der Anschaffung von zusätzlichen Maschinen, was jedoch aktuell aus Platzgründen nicht möglich ist (L1, L8, L10). Lieferdienst 7 möchte seine Prozesse verbessern, indem die bis jetzt nur zum Teil verwendete Technologie der Plattformen voll zum Einsatz kommt. Dadurch wird deutlich, dass die Lieferdienste mit prozessualen Verbesserungspotentialen auch technologische Aspekte assoziieren.

Die Lieferdienste weisen auf Grenzen der Optimierung hin. Die Prozesse sind zum Teil von externen Faktoren wie dem Verkehr oder der Erreichbarkeit des Kunden abhängig, auf die die Lieferdienste keinen Einfluss haben. Ein Lieferdienst fasst die Situation wie folgt zusammen:

„Also ich denke, da kann man nicht viel machen. Da kann man nicht viel rumschrauben. Wenn Sie die Qualität frisch halten möchten, muss alles frisch zubereitet werden. Wenn Sie alles rechtlich richtig machen wollen, dann muss es über das Kassensystem gehen. [...] Da kann man nicht mehr optimieren. Wenn Sie jetzt liefern, müssen Sie über die Straßen fahren und an der roten Ampel stehen. [...]“ (L8)

8 Limitationen, Diskussion und Ausblick

8.1 Limitationen

Der vorliegende Artikel ist das Ergebnis einer ersten explorativen Studie über Essenslieferdienste in Deutschland. Nach unserem besten Wissen und Gewissen ist dies die erste explorative Studie über Essenslieferdienste, nicht nur in Deutschland. Gleichwohl muss beachtet werden, dass die in diesem Artikel präsentierten Ergebnisse nicht unbedingt auf andere Länder übertragbar sind.

Eine explorative Studie kann nicht in die Detailtiefe gehen, welche nötig wäre, um stark fundierte Aussagen treffen zu können. Dies liegt in der Natur einer explorativen Studie, welche viele Aspekte anschneidet, um einen möglichst umfänglichen Gesamteindruck zu schaffen. Dies bedeutet konkret, dass die Ergebnisse der Marktabschätzung und die Ergebnisse der Analyse der Kundenbewertungen auf der Bestellplattform *Lieferando* eine erhöhte statistische Unsicherheit haben und nur als grobe Schätzung, beziehungsweise als Ansatzpunkt für Forschungsfragen für zukünftige Forschung dienen können.

Ein Expertenpanel von 12 Lieferdiensten hat eine annehmbare Größe, kann aber keinesfalls die komplette Variation an Lieferdiensten in Deutschland abbilden. Insbesondere war die Kommunikation mit den Lieferdiensten aus sprachlichen Gründen teilweise sehr schwierig. Dies hat dazu geführt, dass die Experten und die Interviewerin sich nicht immer verstanden haben. Missverständnisse sind nicht auszuschließen.

8.2 Diskussion und Ausblick

Die vorgestellte explorative Studie hat eine Reihe interessanter Ansatzpunkte für zukünftige Forschung offengelegt. Die Ergebnisse der Studie lassen sich in drei Bereiche zusammenfassen: Produktionstechnologie, Kommunikationstechnologie und Prozesse.

Die Produktionstechnologie steht bei den befragten Lieferdiensten nicht im Mittelpunkt. Dies ist verständlich, da die Inhaber auf die Produktionstechnologie wenig Einfluss haben. Sie sind davon abhängig, was der Markt bietet. Zudem verstehen sich die Lieferdienste durchaus auch als Restaurants, die frisches, gutes Essen anbieten wollen. Dass die meisten Lieferdienste ebenfalls einen Restaurant- oder Imbissbetrieb haben, schränkt den Einsatz von spezialisierter Technologie zusätzlich ein. Gleichwohl kann nicht bestritten werden, dass eine spezialisierte Produktionstechnologie sehr mächtig sein kann. Ein Beispiel für eine spezialisierte Produktionstechnologie ist der Durchlaufofen, welcher bei Lieferdienst 6 zum Einsatz kommt. In den zwei Time-Motion-Studien wurde ermittelt, dass die Zubereitung des Essens bei Lieferdienst 6 deutlich schneller ist als bei Lieferdienst 7, bei dem die Zubereitung durchschnittlich doppelt so lange gedauert hat. Auch hat von den zwölf interviewten Lieferdiensten nur Lieferdienst 6 kein Lieferauto in Betrieb, sondern elektrische Fahrräder und Roller. Es ist davon auszugehen, dass Fahrräder nicht so stark vom Verkehr (Stau) abhängig sind wie Lieferautos und zudem noch in der Beschaffung und Wartung günstiger sind. Insbesondere im Hinblick auf den aufstrebenden Trend der *Dark Kitchens*, welche gezielt als Mini-Fabriken positioniert sind, werden spezialisierte Produktionstechnologien in den Vordergrund rücken. Dies öffnet ein neues Forschungsfeld für die Ingenieurwissenschaften. *Dark Kitchens* benötigen neuartige Produktionsanlagen, die in der Lage sind, möglichst automatisiert und schnell frisches Essen zuzubereiten. Es wird interessant sein, inwieweit traditionelle Lieferdienste in der Lage sein werden, mit den *Dark Kitchens* zu konkurrieren. Aus Marketing-Gesichtspunkten kann sicherlich argumentiert werden, dass ein lokales, authentisches Branding und vielleicht auch bessere Essensqualität etwas wert sind. Dies ist ein lohnenswerter Ansatzpunkt für Marketingforschung. Die in der vorliegenden Studie vorgenommene Analyse der Kundenbewertungen hat gezeigt, dass gutes Essen der häufigste Grund für Lob ist. Im vorliegenden Artikel wurde die Verbindung mit der Theorie des berühmten Kano-Modells aufgezeigt. Tiefergehende Forschung könnte noch passendere Theorien aufstellen, warum Kunden mit der Leistung eines Essenslieferdienstes zufrieden sind oder nicht und auf was sich die Zahlungsbereitschaft der Kunden begründet.

Die Kommunikationstechnologie intern und extern hin zum Kunden wurde von den Experten verstärkt diskutiert. Die meisten Lieferdienste sind mit ihrem elektronischen Kassensystem zufrieden und erkennen auch die technischen Möglichkeiten der

Plattformtechnologie (Website und Bondrucker) an. Allerdings sind die verschiedenen Systeme oft noch nicht integriert. Auch hat erst einer der zwölf interviewten Lieferdienste einen Küchenmonitor, der mit einem zentralen Computersystem verbunden ist. In den allermeisten Fällen wird ein Zettel ausgedruckt und in die Küche weitergereicht. Im Großen und Ganzen besteht an dieser Stelle noch viel Potential, welches auch von den Lieferdiensten erkannt wird. In der Kommunikation hin zum Kunden scheinen die Lieferdienste allerdings noch nicht ausreichend sensibilisiert. Dies liegt wahrscheinlich auch an fehlendem Wissen über vorhandene Technologie. Keiner der Lieferdienste hat über kontinuierliches Tracking der Bestellung oder der Fahrer gesprochen, wobei Lieferdienst 6 schon ein eingeschränktes Tracking bereitstellt. Aus Servicegesichtspunkten und auch zur Unterstützung des laufenden Betriebs wäre es sinnvoll, dass die Lieferdienste ein umfängliches *Track-And-Tracing* implementieren würden, was aber für kleine Lieferdienste schwierig sein kann. Die in der vorliegenden Studie vorgenommene Analyse der Kundenbewertungen hat gezeigt, dass viele Kunden neben einer schnellen Lieferung auch viel Wert auf eine pünktliche Lieferung legen. Es ist zu vermuten, dass dieser Wunsch teilweise durch ständige Updates des Leistungserfüllungsprozesses erfüllt wird. Es ist daher wahrscheinlich, dass Bestellplattformen wie *Lieferando* die Einführung von Trackingtechnologie verstärkt verfolgen werden. Dies ist für die kleinen Lieferdienste zum einen sehr gut, da so die Technologie erschwinglich wird, birgt aber die Gefahr, dass die Lieferdienste zu sehr abhängig von den Plattformen werden. Diese Gefahr wird von einigen der befragten Lieferdienste erkannt. Die kleinen Lieferdienste befinden sich in einem Dilemma. Die Bestellplattformen bieten klare Vorteile, gleichzeitig ist die Gefahr der Abhängigkeit real. Während des Zeitraums der Studie wurde der deutsche Markt für Lieferplattformen zu einem Monopol. Seit April 2019 existiert nur noch die Plattform *Lieferando*. Die Essenslieferdienstbranche ist ein bekanntes Beispiel der sogenannten *platform economy*. Es wird davon ausgegangen, dass die *platform economy* stark wachsen wird (Kenney, Zysman (2016)) und es ist entsprechend wichtig und wertvoll, die Dynamiken innerhalb der Essenslieferdienstbranche näher zu untersuchen.

In Bezug auf die Prozesse allgemein (Operations Management) zeigte sich, dass sich viele Lieferdienste der Probleme bewusst sind. Die Kommunikation und das Qualitätsmanagement innerhalb des Betriebs wird teilweise als nicht optimal angesehen und die Lieferdienste geben zu, dass es so manchmal zu falsch erfüllten Bestellungen kommt. Auch ist den Lieferdiensten bewusst, dass es zu Stoßzeiten zu erheblichen Wartezeiten kommen kann und der Leistungsdruck zu allgemein schlampiger Arbeit führt. Gleichzeitig sind allerdings sehr viele der interviewten Lieferdienste der Meinung, dass ihre derzeitigen Prozesse optimal sind und wenig oder nichts verbessert werden kann. Dabei wird insbesondere darauf hingewiesen, dass viele Probleme einfach nicht behoben werden können. Stoßzeiten sind schlichtweg schwierig und ein

unbegrenzt Vorhalten von kurzfristig aktivierbaren Reserveressourcen ist nicht möglich. Und das bei Stress Fehler passieren, ist ganz natürlich. Ob die Prozesse der Lieferdienste derzeit optimal sind, ist allerdings zu hinterfragen. Keiner der befragten Lieferdienste hat für Stoßzeiten besondere Prozesse definiert, die von dem Normalbetrieb abweichen. Nur bei drei der befragten Lieferdienste kontrolliert ein zweiter Mitarbeiter die Richtigkeit der von der Küche zusammengestellten Bestellung. Die Lieferdienste nehmen zu Stoßzeiten so viele Bestellungen an, dass die Lieferzeit stark anwächst. Eine intelligente Konsolidierung von zwei bis drei Bestellungen zu einer Auslieferung, welche zudem in der Küche mehr oder weniger gleichzeitig fertiggestellt werden könnte, findet ebenfalls nicht statt. In der Gestaltung der Prozesse der Lieferdienste steckt vermutlich also noch viel Potential. Die Wissenschaft kann dabei helfen, einfache Regeln für die kleinen Lieferdienste zu finden. Was kann zur Vorbereitung auf die Stoßzeiten getan werden (Newsvendor-Modell)? Welche Prozesse können zu Stoßzeiten wegfallen? Welche Aufträge sollte ein Lieferdienst annehmen und welche Aufträge sollte ein Lieferdienst ablehnen, damit jeder angenommene Kunde in annehmbarer Zeit frisches Essen geliefert bekommt (Heuristik)? Wie können die Personalplanung und der Personaleinsatz optimiert werden? Wie sollte eine effiziente aber auch verlässliche Kommunikation innerhalb des Betriebs stattfinden? Wann sollten Bestellungen zu einer Auslieferung zusammengefasst werden (Heuristik)? Wann sollte sofort mit der Zubereitung einer Bestellung begonnen werden und wann sollte kurze Zeit gewartet werden (Heuristik)? Wie ist eine effektive Qualitätskontrolle zu implementieren? Wichtig ist, dabei nicht die banalen Realitäten eines kleinen Lieferdienstes im stressigen Berufsalltag zu vergessen. Mögliche Lösungen und Optimierungen sollten deswegen möglichst simpel und einfach sein. Anders kann dies bei *Dark Kitchens* sein. Eigenmarken wie *Deliveroo-Editions*, welche direkt zur Bestellplattform (*Deliveroo*) gehören, können große Economies of Scale realisieren. Bei solchen Großbetrieben können die Prozesse viel stärker und öfters mit traditionellen Operations-Management-Methoden optimiert werden. Zum Beispiel ist davon auszugehen, dass eine große *Dark Kitchen* pro Zeitperiode ein viel dichteres Netz an Kundenbestellungen hat. Dies ermöglicht mehr Möglichkeiten der Konsolidierung von Bestellungen. Bei kleinen Lieferdiensten liegen Kundenbestellungen nur manchmal zeitlich und geographisch so günstig zusammen, dass sich eine Konsolidierung lohnt. Dies wäre bei *Dark Kitchens* anders. In diesem Zusammenhang wird das klassische Lieferauto wahrscheinlich ebenfalls seine Relevanz behalten. Eine Auslieferung via Fahrrad ist deutlich agiler, bietet aber auch deutlich weniger Raum für eine Konsolidierung von Bestellungen.

Insgesamt zeigt sich, dass es mannigfaltige Ansatzpunkte für wissenschaftliche Methoden gibt (z. B. das Newsvendor-Modell, Auftragsannahmeheuristiken, Konsolide-

rungsheuristiken, ...). Andere Bereiche, wie zum Beispiel die Lagerhaltung der Lieferdienste oder der Einkauf der Rohstoffe, wurden zudem in der explorativen Studie nicht betrachtet. Es ist zu vermuten, dass in diesen Bereichen noch zusätzlicher Forschungsbedarf existiert. Abschließend muss festgehalten werden, dass die Essenslieferdienstbranche in den vergangenen Jahren stark gewachsen ist und dieser Trend anhaltend ist. Gleichzeitig hat die Wissenschaft die Branche vernachlässigt. Dies war möglich, da die Essenslieferung historisch keine große Rolle gespielt hat. Inzwischen hat die Branche allerdings eine beachtliche Größe erreicht und es ist davon auszugehen, dass die Essenslieferung in unserem Leben zu einem immer wichtigeren Bestandteil wird. Der vorliegende Artikel hat mit den Ergebnissen einer ersten explorativen Studie hoffentlich eine Grundlage für weitere tiefergehende Forschung geschaffen. Weiterführende Forschung ist wichtig und sinnvoll, denn wie schon erwähnt, hat die operative Qualität der Essenslieferdienste direkten Einfluss auf die Qualität unseres Alltags, da Kunden schlechten Service direkt zu spüren bekommen.

9 Literaturverzeichnis

- Akkerman, R./Farahani, P./Grunow, M. (2010): Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges, in: *OR Spectrum*, Jg. 32, H. 4, S. 863–904.
- Arslan, A. M./Agatz, N./Kroon, L./Zuidwijk, R. (2019): Crowdsourced Delivery—A Dynamic Pickup and Delivery Problem with Ad Hoc Drivers, in: *Transportation Science*, Jg. 53, H. 1, S. 222–235.
- Barnes, R. M. (1949): *Motion and time study*, New York.
- Carbone, V./Rouquet, A./Roussat, C. (2017): The Rise of Crowd Logistics: A New Way to Co-Create Logistics Value, in: *Journal of Business Logistics*, Jg. 38, H. 4, S. 238–252.
- De Stefano, V. (2016): The Rise of the Just-in-Time Workforce: On-Demand Work, Crowdwork, and Labor Protection in the Gig-Economy, in: *Comparative Labor Law & Policy Journal*, Jg. 37, H. 3, S. 41–503.
- Devari, A./Nikolaev, A. G./He, Q. (2017): Crowdsourcing the last mile delivery of online orders by exploiting the social networks of retail store customers, in: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Jg. 105, S. 105–122.
- Dresing, T./Pehl, T. (2015): *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*, Marburg.
- Elvandari, C. D. R./Sukartiko, A. C./Nugrahini, A. D. (2017): Identification of Technical Requirement for Improving Quality of Local Online Food Delivery Service in Yogyakarta, in: *Journal of Industrial and Information Technology in Agriculture*, Jg. 1, H. 2, S. 1–7.

- Hewitt, M./Nowak, M./Gala, L. (2015): Consolidating home meal delivery with limited operational disruption, in: *European Journal of Operational Research*, Jg. 243, H. 1, S. 281–291.
- Hirschberg, C./Rajko, A./Schumacher, T. (2016): The changing market for food delivery, <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-changing-market-for-food-delivery>, Stand: 28.06.2019.
- Jones, P. (1988): The Impact of Trends in Service Operations on Food Service Delivery Systems, in: *International Journal of Operations & Production Management*, Jg. 8, H. 7, S. 23–30.
- Kano, N./Seraku, N./Takahashi, F./Tsuji, S. (1984): Attractive Quality and Must-be Quality, in: *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, Jg. 14, S. 39–48.
- Kelley, S. W. (1989): Efficiency in Service Delivery: Technological or Humanistic Approaches?, in: *Journal of Services Marketing*, Jg. 3, H. 3, S. 43–50.
- Kenney, M./Zysman, J. (2016): The rise of the platform economy, in: *Issues in science and technology*, Jg. 32, H. 3, S. 61–69.
- Kuckartz, U. (2016): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*, Weinheim u. a.
- Kramer, S./Neuhaus, C./Mortsiefer, H./Rövekamp, M. (2017): Oft bestellt und nicht immer pünktlich, <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/essenslieferdienste-oft-bestellt-und-nicht-immer-puenktlich/19254620.html>, Stand: 28.06.2019.
- Lichtenstein, D. R./Ridgway, N. M./Netemeyer, R. G. (1993): Price Perceptions and Consumer Shopping Behavior: A Field Study, in: *Journal of Marketing Research*, Jg. 30, H. 2, S. 234–245.
- Lin, M./Chin, K.-S./Fu, C./Tsui, K.-L. (2017): An effective greedy method for the Meals-On-Wheels service districting problem, in: *Computers & Industrial Engineering*, Jg. 106, S. 1–19.
- Marcucci, E./Le Pira, M./Carrocci, C. S./Gatta, V./Pieralice, E. (2017): Connected shared mobility for passengers and freight: Investigating the potential of crowdshipping in urban areas, in: *5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems: Napoli, Hotel Royal Continental, 26-28 June 2017: Proceedings, Naples, Italy, Piscataway, NJ: IEEE*, pp. 839–843.
- Mayring, P. (2004): *Qualitative Content Analysis*, in: *A Companion to Qualitative Research*, eds.: Uwe Flick, Ernst von Kardoff, Ines Steinke.
- Mkansi, M./Eresia-Eke, C./Emmanuel-Ebikake, O. (2018): E-grocery challenges and remedies: Global market leaders perspective, in: *Cogent Business & Management*, Jg. 5, H. 1, S. 1–28.

- Nakandala, D./Lau, H./Zhang, J. (2016): Cost-optimization modelling for fresh food quality and transportation, in: *Industrial Management & Data Systems*, Jg. 116, H. 3, S. 564–583.
- Nestlé Deutschland (2019): So is(s)t Deutschland 2019, <https://www.nestle.de/ernaehrungsstudie>, Stand: 28.06.2019.
- Pan, S./Giannikas, V./Han, Y./Grover-Silva, E./Qiao, B. (2017): Using customer-related data to enhance e-grocery home delivery, in: *Industrial Management & Data Systems*, Jg. 117, H. 9, S. 1917–1933.
- Parasuraman, A./Zeithaml, V. A./Berry, L. L. (1988): SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality, in: *Journal of Retailing*, Jg. 64, H. 1, S. 12–40.
- Pickworth, J. R. (1988): Service delivery systems in the food service industry, in: *International Journal of Hospitality Management*, Jg. 7, H. 1, S. 43–62.
- Punakivi, M./Saranen, J. (2001): Identifying the success factors in e-grocery home delivery, in: *International Journal of Retail & Distribution Management*, Jg. 29, H. 4, S. 156–163.
- Qin, H./Prybutok, V. R. (2008): Determinants of Customer-Perceived Service Quality in Fast-Food Restaurants and Their Relationship to Customer Satisfaction and Behavioral Intentions, in: *Quality Management Journal*, Jg. 15, H. 2, S. 35–50.
- Shashi/Cerchione, R./Singh, R./Centobelli, P./Shabani, A. (2018): Food cold chain management. From a structured literature review to a conceptual framework and research agenda, in: *The International Journal of Logistics Management*, Jg. 29, H. 3, S. 792–821.
- Statista (2019a): Penetration Rate in the Online Food Delivery market, <https://www.statista.com/outlook/374/137/online-food-delivery/germany?currency=eur#market-revenue>, Stand: 28.06.2019.
- Statista (2019b): Share of adults in the United States who use the internet in 2019, by age group, <https://www.statista.com/statistics/266587/percentage-of-internet-users-by-age-groups-in-the-us/>, Stand: 25.11.2019.
- Statista (2019c): Share of internet users in Germany from 2014 to 2018, by age, <https://www.statista.com/statistics/790407/internet-usage-by-age-germany/>, Stand: 25.11.2019.
- Statistisches Bundesamt, Genesis-Online Datenbank (2019): Unternehmen, Beschäftigte, Umsatz und weitere betriebs- und volkswirtschaftliche Kennzahlen im Gastgewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige, Stand: 25.11.2019.
- UBS (2018): Is The Kitchen Dead?, <https://www.ubs.com/global/en/investment-bank/in-focus/2018/dead-kitchen.html>, Stand: 28.06.2019.

- Verma, R./Thompson, G. M./Louviere, J. J. (1999): Configuring Service Operations in Accordance with Customer Needs and Preferences, in: *Journal of Service Research*, Jg. 1, H. 3, S. 262–274.
- VuMA (2018): Umfrage unter Studenten zur Häufigkeit der Nutzung von Lieferdiensten 2018. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/860430/umfrage/umfrage-unter-studenten-zur-haeufigkeit-der-nutzung-von-lie-ferdiens-ten/>, Stand: 16.12.2018.
- Yildiz, B./Savelsbergh, M. (2019): Service and capacity planning in crowd-sourced delivery, in: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Jg. 100, S. 177–199.
- Yildiz, H./Johnson, M. P./Roehrig, S. (2013): Planning for meals-on-wheels: algorithms and application, in: *Journal of the Operational Research Society*, Jg. 64, H. 10, S. 1540–1550.

Die Akzeptanz webbasierter EDI-Anwendungen durch kleine Unternehmen

Andreas Ott

University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt, Ignaz-Schön-Straße 11,
97421 Schweinfurt

Prof. Dr. Alexander Dobhan

Leiter des ERP-Labors sowie Professor für Business Process Management & Business Applications an der University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt, Ignaz-Schön-Straße 11, 97421 Schweinfurt, alexander.dobhan@fhws.de

1	Einleitung.....	226
2	Kritische Literaturanalyse.....	233
3	Gründe der Ablehnung von WebEDI	246
4	Fazit	247
5	Literaturverzeichnis	249

Abstract:

Bereits seit den 1980er Jahren ist der Datenaustausch zwischen Enterprise Resource Planning-Systemen via Electronic Data Interchange (EDI) ein wichtiger Bestandteil der firmenübergreifenden Kommunikation und ist zur Planung von Materialflüssen in Supply Chains längst nicht mehr wegzudenken. Die Frage ist, inwieweit sich EDI und hier insbesondere webbasiertes EDI (WebEDI) als einfach anzuwendende EDI-Form auch in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) etablieren konnte und was mögliche Hindernisse und Ablehnungsgründe dabei waren. Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht deshalb die Akzeptanz insbesondere von WebEDI durch deutsche KMU in der Branche Maschinenbau.

JEL Classification: L22, M15, M19

Keywords: KMU, Electronic Data Interchange, Akzeptanz, WebEDI, firmenübergreifender Datenaustausch.

1 Einleitung

Um die Agilität einer Supply Chain zu gewährleisten, ist der Austausch von Informationen für alle Parteien unerlässlich. Nur durch permanenten Datenaustausch können die verknüpften Firmen die „Stimme des Marktes“ wahrnehmen und darauf reagieren. Dadurch ist es möglich, die Lieferkette transparent zu gestalten und unnötig hohe Bestände zu vermeiden, was letztendlich allen Beteiligten Kosten ersparen kann (Christopher, 2000). Gerade durch die zunehmende Etablierung von Industrie 4.0 bieten Technologien wie beispielsweise Big Data, Internet of Things (IoT) oder industrielle Cloud-Anwendungen in der Supply Chain neuartige Kommunikationsmöglichkeiten (Tjahjono et al., 2017). Zur Realisierung von Industrie 4.0 wird in der industriellen Produktion typischerweise eine grundlegende IoT-Architektur aus den drei Ebenen *Sensoren*, *Middleware* und *Anwendung* genutzt (Xu et al., 2014). Die Analyse von Sensorendaten in Echtzeit stellt dabei innerhalb dieser Architektur keine technische Hürde dar (Raafat et al., 2017). In diesem Artikel liegt der Fokus jedoch auf dem Datenaustausch zwischen Softwareanwendungen verschiedener Unternehmen. Es wird untersucht, ob sich WebEDI als Alternative für KMU etablieren konnte. Dies ist einerseits interessant, weil WebEDI die Brücke zwischen den firmeninternen IoT-Infrastrukturen unabhängig von der Unternehmensgröße bildet und somit im Kontext von Industrie 4.0 als wichtiger Hebel zur Integration von KMU fungieren kann. Andererseits können potenzielle Hürden bei der Umsetzung von WebEDI möglicherweise auch im Zuge von Industrie 4.0 problematisch werden. Somit lassen sich dabei ähnliche Hindernisse von vornherein vermeiden.

Das erste international standardisierte Datenformat zum elektronischen Datentransfer zweier Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme *EDI for Administration, Commerce, and Transport* (EDIFACT) wurde bereits 1987 von der internationalen Organisation für Normung definiert (Anvari, 1992). Der Datenaustausch via EDI ist heute eine wichtige Grundlage des firmenübergreifenden Datenverkehrs (Chituc, 2017). Finanziell kann eine direkte EDI-Anbindung aber durchaus ein großes Problem für die Nutzer darstellen, da die erforderliche IT-Infrastruktur besonders für KMU hohe Kosten verursachen kann (Agi et al., 2005; El Kadiri et al., 2016; Soliman und Janz, 2004; Witte et al., 2003). Zur Vereinfachung des Informationsaustauschs können die Daten deshalb auch von einem ERP-System in Webanwendungen überspielt und von dort aus mehreren Anwendern über eine Weboberfläche zur Verfügung gestellt werden. Dies macht größere Investitionen der Nutzer in Soft- und Hardware hinfällig und ermöglicht den elektronischen Austausch operativer Daten auch kleineren Unternehmen (Beck et al., 2003). Durch das Übertragen der Daten aus dem operativen System in das WebEDI-System entsteht allerdings zusätzlich manueller Aufwand, der dem ursprünglichen EDI-Gedanken eines vollständig automatisierten Datentransfers ent-

gegensteht (Beck und Weitzel, 2005). Fraglich ist, inwieweit dieser manuelle Aufwand KMU davon abhält, EDI-Lösungen zu nutzen (Al-Qirim, 2007; Beck et al., 2002; Fu et al., 1999; Minjoon Jun, 2003). Der Großteil der bisher veröffentlichten Artikel zum Thema *Akzeptanz von EDI* befasst sich einerseits entweder mit großen Firmen oder unabhängig von der Unternehmensgröße und andererseits mit traditionellem EDI oder unabhängig von der Art der EDI-Technologie (Chau, 2001; Gudmundsson und van Schieven, 2001). Gegenstand dieses Artikels wird daher die Akzeptanz von EDI hinsichtlich der webbasierten Anwendung von EDI durch KMU sein.

Seit den Anfängen des WebEDI Ende der 1990er Jahre gab es jedoch zahlreiche technologische Neuerungen, die WebEDI-Anwendungen verändert und ausgebaut haben (Segev et al., 1997). Zu diesen gehören unter anderem neuartige Benutzerschnittstellen durch mobile Applikationen, cloudbasierte Anwendungen und Software-as-a-Service (Chernyshov et al., 2016; Liao et al., 2017; Łobaziewicz, 2015). Hinzu kommt außerdem die seitdem deutlich gestiegene Nutzung des Internets im Geschäftsalltag sowohl großer als auch kleiner Firmen (Forman und van Zeebroeck, 2018). Somit steht nahezu allen KMU ohnehin die Infrastruktur zur Nutzung von WebEDI-Portalen zur Verfügung. Garcia und Grabot (2015) kommen in einer Fallstudie zu dem Ergebnis, dass kein Zusammenhang zwischen der Nutzung von EDI-Webportalen und der Größe eines Unternehmens feststellbar ist. Auch Huang et al. (2008) stellen fest, dass die Größe eines Unternehmens kein Einflussfaktor der Akzeptanz von WebEDI eines Unternehmens ist. Hier hat sich im Vergleich zum Beginn der WebEDI-Technologie offenbar die Grundtendenz der KMU gegenüber WebEDI-Anwendungen geändert, was in dieser Arbeit näher untersucht wird. In der Literatur werden bei der Untersuchung der Akzeptanz von EDI durch KMU weitgehend übereinstimmend die drei Einflussfaktoren *Perceived Benefits*, *Organizational Readiness* und *External Pressure* von Iacovou (1995) betrachtet. Diese Herangehensweise muss jedoch durch weitere Faktoren ergänzt werden, um ein vollständiges Bild der Einflussgrößen auf die EDI-Akzeptanz zeichnen zu können (Seyal et al., 2007; Shang et al., 2005). Außerdem lassen sich die Einflussfaktoren der Akzeptanz von EDI nicht ohne Weiteres auf WebEDI übertragen (Yang 2013, S. 50). Hierzu muss das Akzeptanzmodell entsprechend der vielfältigen Unterschiede zwischen EDI und WebEDI angepasst werden. Des Weiteren unterstützt die Studie von Beck und Weitzel (2005) die These nicht, dass sich der externe Druck von großen Handelspartnern positiv auf die Akzeptanz von WebEDI auswirkt.

Generell lässt sich sagen, dass in der vorhandenen Literatur zum einen nur wenige gemeinsame Hypothesen zu finden sind, zum anderen gibt es keine Variable, die einheitlich von mehreren empirischen Arbeiten berücksichtigt wurde. Außerdem werden von vielen Studien verschiedene Termini für eine EDI-Technologie verwendet.

Dadurch wird es erschwert, die Literatur zu dieser Thematik kritisch zu analysieren (Narayanan et al., 2009). Bereits existierende Forschungsergebnisse zeigen also kein einheitliches Bild der Akzeptanz von EDI-Technologien durch KMU. Gerade im Hinblick auf die Einflussfaktoren der Akzeptanz von WebEDI besteht Forschungsbedarf durch teils widersprüchliche Studien.

Die kritische Literaturanalyse setzt sich mit folgender Frage auseinander:

Wie hoch ist das Ausmaß der Akzeptanz und Nutzung von webbasierten EDI-Anwendungen bei deutschen KMU in der Branche Maschinenbau und was sind die Gründe, dass sich Unternehmen gegen die Nutzung besagter Webanwendungen entscheiden?

Das Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Stand der Forschung zur genannten Thematik kritisch aufzuarbeiten und einen Überblick über die relevante Literatur zu geben. In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, die in der Literatur oft uneinheitlich verwendeten Begrifflichkeiten der unterschiedlichen EDI-Technologien voneinander abzugrenzen und genau zu definieren. So wird die Grundlage geschaffen für eine daran anknüpfende empirische Untersuchung.

Dazu wird zunächst die Methodik der kritischen Literaturanalyse beschrieben. Zur eindeutigen Verwendung von Fachbegriffen werden daraufhin Definitionen der wichtigsten Termini vorgestellt. Die anschließende kritische Literaturanalyse basiert auf der Literatursuche mittels einer Suchformel, um alle relevanten Forschungsergebnisse mit einzubeziehen. Der somit erstellte Literaturpool wird gesichtet und quantitativ sowie qualitativ analysiert. Die quantitative Analyse erfolgt durch die Einordnung der gesichteten Literatur in Dimensionen in tabellarischer Form. Qualitative Aspekte werden durch die Herausarbeitung und Gegenüberstellung von Kernaussagen und wichtigen Zitaten aus allen Quellen berücksichtigt. Anschließend werden als Ergebnis der Literaturanalyse Rückschlüsse zur Forschungsfrage gezogen. Die Einschränkungen der Forschungsergebnisse und ein Ausblick auf die weitere methodische Vorgehensweise werden abschließend erläutert.

1.1. Methodische Vorgehensweise

Die Grundlage der Arbeit bildet die kritische Analyse wissenschaftlicher Veröffentlichungen. Da die Grundsteine der EDI-Technologie bereits in den 1980er Jahren definiert wurden, aber zur Erläuterung der Ausgangssituation essentiell sind, kommt hierzu auch ältere Fachliteratur zum Einsatz. Dennoch müssen gerade im Hinblick auf technologische Neuerungen, die zu Beginn der EDI-Technik noch nicht zur Verfügung standen, aktuelle Veröffentlichungen herangezogen werden.

Zur Anwendung kommt nur englisch- und deutschsprachige Literatur. Diese wird in dieser Arbeit auf wissenschaftliche Artikel, Konferenzbeiträge, von Hochschulen

veröffentlichte Arbeitspapiere und Dissertationen beschränkt. Bei der Verwendung von Artikeln aus wissenschaftlichen Journals wird besonders auf ein Peer-Review-Verfahren geachtet. Außerdem wird nachgeprüft, ob das jeweilige Journal auf Listen von nicht wissenschaftlichen Journals zu finden ist, und wird im Zweifelsfall nicht, oder nur mit entsprechendem Hinweis, in dieser Arbeit berücksichtigt. Alle weiteren Arten von Quellen werden nur nach sorgfältiger Überprüfung in dieser Arbeit genutzt, um zu gewährleisten, dass die gesamte Quellenbasis wissenschaftliche Standards einhält.

Da es keine einheitliche Namensgebung für WebEDI gibt, muss die Suche der Literatur auf alle Begriffe ausgeweitet werden, die im Fachjargon zur Beschreibung von webbasiertem EDI genutzt werden. Hierzu eignet sich eine Suchformel mit den booleschen Operatoren *AND* und *OR* (Burns und Burns, 2008). Die Suchformel setzt sich aus den drei Hauptelementen *Web*, *EDI* und *KMU* zusammen, die per *AND* aneinandergereiht werden. Jeder der drei Begriffe wird mit Synonymen und den jeweiligen englischen Begriffen mit dem Operator *OR* ergänzt. Somit ergibt sich zur Suche der relevanten Literatur folgende Suchformel:

(“Web” OR “W-” OR “W” OR “Internet” OR “I-“ OR “Webbased” OR “Web Based” OR “Web-”) AND (“EDI” OR “Electronic Data Interchange”) AND (“KMU” OR “kleines mittelständisches Unternehmen” OR “SME” OR “Small And Medium Sized Enterprise”)

Die Suchformel wurde auf folgende Onlineplattformen für wissenschaftliche Veröffentlichungen angewendet: Google Scholar, EbscoHost, Sciencedirect und Inder-science. Anhand des Abstracts der gefundenen Artikel wurden aus diesem Pool die für die Bearbeitung der Forschungsfrage relevanten Quellen ermittelt. Als relevant wurden Quellen angesehen, wenn sie zu mindestens einem Element der Forschungsfrage einen Erkenntnisgewinn liefern. Der Gesamtumfang der verwendeten Quellen setzt sich neben Artikeln mit Ergebnissen auf der Grundlage empirischer Erhebungen auch aus Arbeiten konzeptioneller Natur und Literature Reviews zusammen. Im Zuge der Durchsicht der Artikel wurde jeweils die Kernaussage herausgearbeitet und eine Einordnung in Kategorien vorgenommen. Dies bringt alle Quellen in eine übersichtliche Struktur und ermöglicht neben der qualitativen auch eine quantitative Auswertung der vorhandenen Literatur. Die Kategorisierung lässt sich am Wortlaut der Forschungsfrage ableiten und wird im Folgenden beschrieben.

Da sich die Forschungsfrage auf KMU bezieht, ist es wichtig, die Quellenbasis nach der Größe der betrachteten Unternehmen zu unterscheiden. Die Dimension *Unternehmensgröße* besteht aus den Ausprägungen *klein*, *groß* und *keine Aussage*. *Klein*

umfasst die Unternehmensgröße bis 249 Mitarbeiter, *groß* alle größeren Mitarbeiterzahlen. Arbeiten, die keine Unterscheidung nach der Größe der Unternehmen vornehmen, sind unter *keine Angabe* einzuordnen.

Ein weiteres Element der Forschungsfrage ist der Bezug auf Deutschland. Deshalb sind die Ausprägungen der Dimension *geografischer Bezug* die sieben Kontinente *Europa, Afrika, Asien, Nordamerika, Südamerika, Australien, Ozeanien*. Um Rückschlüsse auf deutsche Unternehmen zuzulassen, wird die Ausprägung *Europa* allerdings in *Europa ohne Deutschland* und *Deutschland* aufgeteilt. Quellen, die keine Angabe zum geografischen Bezug aufweisen, werden unter *keine Angabe* eingeordnet.

Zur Bearbeitung der Forschungsfrage wird außerdem die Dimension *Akzeptanz* mit den Ausprägungen *gering, mittel, groß* und *keine Angabe* verwendet. Diese Zuordnung geschieht anhand des prozentualen Anteils der Unternehmen, die in der jeweiligen Untersuchung eine EDI-Technologie nutzen. *Gering* umfasst den Bereich von null bis 33 Prozent, *mäßig* von 34 bis 66 Prozent und *groß* von 67 bis 100 Prozent. Artikel, die keine quantitativen Daten zur Einordnung in eine dieser Ausprägungen enthalten, werden unter *keine Angabe* einsortiert.

Da die Forschungsfrage den Wortlaut *WebEDI* enthält, ist die Literatur auch bezüglich der jeweils untersuchten EDI-Technik zu untergliedern. Die Unterscheidung erfolgt hier mittels der Ausprägungen *VAN EDI, WebEDI, andere EDI-Technik* und *keine Angabe*. Die genaue Definition und Abgrenzung dieser Ausprägungen werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit beschrieben. Das Merkmal *andere EDI-Technik* umfasst Quellen, die eine EDI-Technik betrachten, die nicht auf die anderen beiden Ausprägungen zutrifft. Unter anderem betrifft dies Internet-EDI und XML EDI.

Die Forschungsfrage erfordert außerdem eine Unterscheidung der gesichteten Literatur nach Branchen. Die Ausprägungen dieser Dimension sind *Automotive, Retail, Manufacturing, Freight* und *keine Angabe*. Die Zuordnung der Quellen zu einer Branche kann nicht an quantitativen Angaben festgemacht werden, sondern erfolgt anhand der gegebenenfalls vorhandenen qualitativen Beschreibung der betrachteten Branche im jeweiligen Artikel.

Der Großteil der gesichteten Artikel liefert quantitative Ergebnisse auf der Grundlage empirischer Untersuchungen. Da jedoch auch Arbeiten mit qualitativen Aussagen zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen, werden auch konzeptionelle Artikel, Literature Reviews, oder Werke anderer Art verwendet. Durch die Dimension *Art des Artikels* wird somit gewährleistet, dass die unterschiedlichen Artikeltypen voneinander abgrenzbar sind. Hier werden die Merkmale *Empirie, Konzept, Literature Review* und *Andere* unterschieden.

Außerdem wird das Veröffentlichungsjahr jeder Quelle als Dimension mit aufgenommen. Da die Thematik WebEDI bereits seit der Jahrtausendwende in der Literatur präsent ist, lassen sich somit Rückschlüsse über die zeitliche Entwicklung einer Kategorie in der Literatur ziehen.

Zur Analyse der relevanten Literatur wird jede Dimension quantitativ und qualitativ ausgewertet. Die quantitative Analyse erfolgt durch die Darstellung in einer Matrix. Dazu werden die Quellen zeilenweise und ihre jeweilige Ausprägung der erläuterten Dimensionen spaltenweise aufgeführt. Somit können mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms statistische Auswertungen erfolgen. Die qualitative Analyse erfolgt durch das Aufzeigen der wichtigsten Kernaussagen aus der Literatur zur jeweiligen Thematik. So werden Gemeinsamkeiten und Widersprüche dargestellt. Da es somit vorkommen kann, dass einzelne Quellen bei der qualitativen Betrachtung jeder Dimension zitiert werden, ist auf eine ausgeglichene Berücksichtigung aller Quellen zu achten, um Redundanzen zu vermeiden. Insgesamt wurden zur quantitativen und qualitativen Auswertung 60 wissenschaftliche Quellen verwendet. Zur Erläuterung von Methodik, Forschungslücke und wichtiger Definitionen werden weitere Quellen außerhalb des Hauptteils dieses Artikels benötigt. Der Gesamtumfang an Literatur beläuft sich deshalb auf 76 Quellen.

1.2 Definitionen und Abgrenzungen

Der Begriff *EDI* steht für Electronic Data Interchange und ist in keiner internationalen Norm definiert. Es handelt sich im Kern um den elektronischen Austausch von Transaktionsdaten zwischen Softwareanwendungen verschiedener Geschäftspartner mittels standardisierter Protokolle (Buxmann et al., 2005; Fu et al., 1999; Kaefer und Bendoly, 2000). Da keine allgemeingültige Definition für EDI existiert, wird der Terminus in der Literatur im Zusammenhang mit verschiedenen Bedeutungen verwendet. Eine spezifische fachliche Abgrenzung kann zum einen hinsichtlich des Übertragungsmediums des Datenaustauschs erfolgen, zum anderen ist auch eine Unterscheidung nach den verschiedenen Übertragungsprotokollen möglich (Fu et al., 1999; Werner, 1999).

Das Medium, das bis zur Etablierung des Internets zur Übertragung von EDI-Dokumenten genutzt wurde, waren hauptsächlich Value-Added-Networks (VAN) (Maingot und Quon, 2001). Da VANS geschlossene Netzwerke zwischen den jeweiligen Geschäftspartnern sind, bieten sie ein hohes Maß an Sicherheit (Fu et al., 1999). In Anlehnung an den Konsens in der Literatur wird in diesem Artikel unter den Begriffen *VAN EDI* oder *traditionelles EDI* der direkte Austausch von Geschäftsdokumenten via VANS verstanden.

Als weiteres Übertragungsmedium für EDI-Nachrichten wird das Internet verwendet. Da heute sowohl im geschäftlichen als auch im privaten Umfeld Internetzugänge üblich sind, ist die Infrastruktur zur Nutzung von EDI über das Internet auch in KMU bereits vorhanden und erfordert keine zusätzlichen Investitionen (Threlkel und Kavan, 1999; Angeles, 2000). In vielen Studien wird jedoch nicht zwischen traditionellem VAN EDI und Internet-EDI unterschieden (Craighead et al., 2006).

Eine Kategorisierung der EDI-Technologie kann auch anhand der verschiedenen Übertragungsprotokolle erfolgen. In Nordamerika wurde bereits 1982 das Datenformat ASC X12 standardisiert. Da der erste internationale Standard *EDIFACT* aber erst 1987 von der International Standardization Organization eingeführt wurde und viele amerikanische Firmen nicht auf den internationalen Standard umstiegen, entwickelten sich beide Datenformate parallel weiter. Auf Basis der beiden Protokolle entstanden viele weitere branchen- und länderspezifische Varianten (Nurmilaakso, 2008b). Seit den 2000er Jahren haben sich außerdem zunehmend Protokolle auf Basis der Extensible Markup Language (XML) etabliert. Diese können prinzipiell auch per VAN übermittelt werden, kommen aber aufgrund der finanziell günstigeren Infrastruktur nahezu ausschließlich beim Internet-EDI zum Einsatz (Angeles et al., 2001; Buxmann et al., 2001).

WebEDI ist eine Ausprägung von EDI, bei der eine Weboberfläche zur Ein- und Ausgabe von Transaktionsdaten genutzt wird. Im Hintergrund werden die Daten in das vom Geschäftspartner verwendete EDI-Protokoll formatiert. Die Übermittlung der Daten von und zu den Geschäftspartnern erfolgt deshalb per Internet mit XML-basierten Protokollen (Angeles, 2000; Beck et al., 2002; Buxmann et al., 2005; Millman, 1998). Es handelt sich somit nicht um EDI im Sinne einer direkten Kommunikation zwischen Softwareanwendungen von Geschäftspartnern, sondern um eine nicht automatisierte Lösung, die teilweise auf einer Mensch-Maschine-Schnittstelle beruht (Beck et al., 2002). Die Daten müssen manuell übertragen werden (Fawcett et al., 2005). Oft wird WebEDI trotz der großen Unterschiede zu VAN EDI dennoch als EDI bezeichnet. Dies ist besonders problematisch, da Forschungsergebnisse hinsichtlich der Akzeptanz nicht ohne Einschränkung von EDI auf WebEDI übertragen werden können (Chau und Hui, 2001). Außerdem ist dadurch eine Unterscheidung der EDI-Technologien in der Literatur anhand des Wortlauts unmöglich.

Die Einordnung eines Unternehmens als KMU erfolgt üblicherweise anhand des Jahresumsatzes des vergangenen Geschäftsjahres oder der Anzahl der Mitarbeiter. Hinsichtlich der Mitarbeiteranzahl werden die Grenzen in der Literatur unterschiedlich gezogen. Chau und Jim (2002) definieren KMU als Unternehmen mit maximal 100 Mitarbeitern, während Iacovou et al. (1995) und Mehrrens et al. (2001) die Grenze bei 200 Mitarbeitern sehen. Andere Quellen setzen das Limit wesentlich höher bei

400 Mitarbeitern (Minjoon Jun, 2003) oder geben auch eine untere Grenze von mindestens 25 Mitarbeitern an (Beck et al., 2005). Die Klassifizierung der Unternehmensgröße mittels des jährlichen Umsatzes wird seltener verwendet. Gudmundsson und van Schieven (2001) ziehen die Grenze bei einem maximalen Umsatz von neun Millionen Euro. In dieser Forschungsarbeit wird die Definition eines KMU der Europäischen Union verwendet. Diese definiert KMU als Unternehmen mit einer maximalen Anzahl von 249 Mitarbeitern unabhängig vom Jahresumsatz (Europäische Union, 2015).

Die vorliegende Arbeit soll sich außerdem explizit auf die Branche Maschinenbau beziehen. Diese umfasst nach der Definition des statistischen Bundesamtes *den Bau von Maschinen, die mechanisch oder durch Wärme auf Materialien einwirken oder an Materialien Vorgänge durchführen (wie Bearbeitung, Besprühen, Wiegen oder Verpacken), einschließlich ihrer mechanischen Bestandteile, die Kraft erzeugen und anwenden, sowie spezieller Teile dafür* (Statistisches Bundesamt, 2008).

2 Kritische Literaturanalyse

Zur Strukturierung und Auswertung der Literatur werden die Quellen wie eingangs beschrieben in sieben Dimensionen verschiedenen Merkmalsausprägungen zugeordnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt. Im Folgenden werden die an der Forschungsfrage abgeleiteten Dimensionen unter Verwendung der Tabelle 1 quantitativ und qualitativ untersucht.

Quelle	Unternehmensgröße 1 klein 2 groß 3 keine Angabe	Geografischer Bezug 1 Deutschland 2 Europa ohne Deutschland 3 Nordamerika 4 Südamerika 5 Afrika 6 Asien 7 Australien 8 Ozeanien 9 keine Angabe	Veröffentlichungsjahr	Akzeptanz 1 gering - 33 % 2 mäßig - 66 % 3 groß - 100 % 4 keine Angabe	Technik 1 VAN EDI 2 Web-EDI 3 andere EDI-Technik 4 keine Angabe	Branche	Art der Studie 1 Empirie 2 Konzept 3 Literature Review 4 Andere
Agi, M.; Ballot, E. und Molet, H. (2005)	3	9	2005	2	4	Automotive	1
Alpar, P. (2002)	3	1	2002	4	4	Alle	1
Al-Qirim, N. (2007)	1	8	2007	1	2	Alle	1
Angeles, R. (2000)	3	9	2000	4	4	Alle	3
Angeles, R. und Nath, R. (2000)	3	9	2000	4	1	Alle	1
Angeles, R.; Corritore, C.L.; Basu, S.C. und Nath, R. (2001)	3	9	2001	4	1	Manufacturing	1
Banerjee, S. und Golhar, D.Y. (1994)	3	3	1994	2	1	Alle	1
Beck, R. und Weitzel, T. (2005)	1	1	2005	4	4	Retail	1
Beck, R.; Weitzel, T. und König, W. (2002)	1	1	2002	4	2	Alle	2
Beck, R.; Weitzel, T. und König, W. (2003)	1	1	2003	4	2	Retail	1
Beck, R.; Wigand, R.T. und König, W. (2005)	1	9	2005	2	1	Manufacturing	1
Bequai, A. (1996)	3	3	1996	4	3	Alle	4

Buxmann, P.; Ladner, F. und Weitzel, T. (2001)	3	9	2001	4	3	Alle	2
Buxmann, P.; Wüstner, E. und Kunze, S. (2005)	2	2	2005	3	4	Alle	1
Chau, P.Y. und Jim, C.C. (2002)	1	6	2002	1	1	Alle	1
Chau, P.Y.K. (2001)	1	6	2001	4	1	Alle	1
Chau, P.Y.K. und Hui, K.L. (2001)	1	9	2001	2	1	Alle	1
Choon Tan, K., Kannan, V.R., Hsu, C.-C. und Keong Leong, G. (2010)	3	9	2010	4	4	Alle	1
Chwelos, P., Ben- basat, I. und Dex- ter, A.S. (2001)	1	3	2001	1	1	Alle	1
Cox, B. und Gho- neim, S. (1996)	2	2	1996	4	1	Alle	1
Craighead, C.W., Patterson, J.W., Roth, P.L. und Segars, A.H. (2006)	3	9	2006	2	4	Manu- fac- turing	1
da Silva, M.M. (2003)	1	9	2003	4	4	Alle	2
Downing, C.E. (2002)	3	9	2002	4	2	Alle	1
Fawcett, S. E.; Magnan, G. M. und McCarter, M. W. (2005)	3	9	2005	4	4	Alle	1
Fu, S.; Chung, J.- Y.; Dietrich, W.; Gottmukkala, V.; Cohen, M. und Chen, S. (2002, c1999)	1	9	2002	4	2	Alle	2
Gengeswari, K. und Hamid, A.B.A. (2010)	3	9	2010	4	1	Alle	3
Gudmundsson, S.V. und van Schieven, L. (2001)	1	2	2001	1	3	Alle	1

Huang, Z.; Janz, B.D. und Frolick, M.N. (2008)	3	9	2008	2	3	Alle	1
Hughes, M.; Golden, W. und Powell, P. (2003)	1	9	2001	4	3	Alle	1
Iacovou, C.L.; Benbasat, I. und Dexter, A.S. (1995)	1	9	1995	4	1	Alle	2
Kaefer, F. und Bendoly, E. (2000)	3	9	2000	4	4	Alle	2
Kim, B.G. und Lee, S. (2008)	3	6	2008	4	1	Alle	1
Kuan, K.K.Y. und Chau, P.Y.K. (2001)	1	6	2001	2	1	Alle	1
Lankford, W.M. und Johnson, J.E. (2000)	3	9	2000	4	4	Alle	3
Lee, S.L.; Ainin, S.; Dezdar, S. und Mallasi, H. (2015)	3	6	2015	1	4	Alle	1
Leonard, L.N.K. und Clemons Davis, C. (2006)	3	9	2006	4	4	Alle	2
Lu, E.J.-L.; Tsai, R.-H. und Chou, S. (2001)	3	9	2001	4	3	Alle	2
Maingot, M. und Quon, T. (2001)	2	3	2001	3	1	Alle	1
Meadors, K. (2005)	3	9	2005	4	3	Alle	2
Mehrtens, J.; Cragg, P.B. und Mills, A.M. (2001)	1	9	2001	4	4	Alle	2
Millman, H. (1998)	3	9	1998	4	3	Alle	4
Minjoon Jun Shaohan Cai (2003)	1	3	2003	1	4	Manufacturing	1
Narayanan, S.; Maruchek, A.S. und Handfield, R.B. (2009)	3	9	2009	4	4	Alle	3

Nurmilaakso, J.-M. (2008a)	3	2	2008	4	4	Alle	1
Nurmilaakso, J.-M. (2008b)	3	2	2008	1	3	Alle	1
Ratnasingham, P. (1998)	3	9	1998	4	3	Alle	3
Raymond, L. und Bergeron, F. (1996)	1	3	1996	1	1	Alle	1
Raymond, L. und Blili, S. (1997)	1	3	1997	4	1	Manufacturing	1
Segev, A.; Porra, J. und Roldan, M. (1997)	2	3	1997	4	3	Alle	2
Senn, J.A. (1998)	3	9	1998	4	2	Alle	2
Seyal, A.H. und Rahim, M.M. (2006)	1	6	2006	2	4	Alle	1
Seyal, A.H.; Noah Abd Rahman, M.; und Awg Yussof Hj Awg Mohammad, H. (2007)	1	6	2007	2	4	Alle	1
Shang, R.-A.; Chen, C.C. und Liu, Y.-C. (2005)	3	9	2005	4	3	Alle	1
Tankosic, M.; Ivetic, P. und Mikelic, K. (2017)	3	9	2017	4	4	Alle	4
Threlkel, M.S. und Kavan, C.B. (1999)	3	9	1999	4	3	Alle	4
Tuunainen, V.K. (1998)	3	2	1998	1	1	Automotive	1
Werner, T. (1999)	3	9	1999	4	3	Alle	2
Witte, C.L.; Grünhagen, M. und Clarke, R.L. (2003)	3	9	2003	4	4	Retail	4
Yang, C.-Y. (2013)	3	9	2013	4	2	Freight	4
Yazdanifard, R.; Baruani, B.M. und Mohseni, S. (2012)	3	9	2012	4	4	Alle	3

Tabelle 1: Kategorisierung der Literatur zur Analyse

2.1 EDI-Technik

Ein wichtiges Element der Forschungsfrage ist die Untersuchung webbasierter EDI-Technik. Deshalb erfolgt eine Unterscheidung der Literatur hinsichtlich der jeweils behandelten EDI-Technologie. 22 Quellen der gesamten Literaturtabelle sind jedoch der Ausprägung *keine Angabe* zuzuordnen, da sie keine Aussage dazu machen, welche EDI-Technologie betrachtet wird (siehe Tabelle 1). Hier macht sich die von Narayanan et al. (2009) beschriebene Problematik bemerkbar, dass Fachtermini in der Literatur nicht einheitlich genutzt werden. Außerdem kommt es auch bei empirischen Untersuchungen zu Verständnisproblemen und Missinterpretationen der Fachbegriffe im Bereich EDI (Seyal und Rahim, 2006). Somit wird eine genaue Abgrenzung der Artikel hinsichtlich der EDI-Technologie erschwert. 17 Arbeiten widmen sich traditionellem EDI (siehe Tabelle 1). In vielen dieser Artikel erfolgt jedoch keine genauere Erläuterung, wie EDI im jeweiligen Fall definiert ist. Eingangs wurde bereits erwähnt, dass es keine einheitliche Definition des Begriffs *EDI* gibt. Wird in einem Artikel keine Definition der EDI-Technologie durch Übertragungsmedium oder Protokoll vorgenommen, ist dieser in der Dimension *EDI-Technik* der Ausprägung *VAN EDI* zugeordnet. 14 Quellen befassen sich mit einer anderen EDI-Technik (siehe Tabelle 1). Diese Ausprägung umfasst Internet-EDI und XML EDI. Sieben Quellen bearbeiten die Thematik *WebEDI*, jedoch macht nur eine dieser Arbeiten eine Angabe zur EDI-Akzeptanz im Zuge einer empirischen Erhebung. Die Akzeptanz ist in diesem Fall gering. Anhand des geringen Umfangs adäquater Literatur, die sich auf WebEDI bezieht, lässt sich der Forschungsbedarf erkennen. Interessant ist jedoch ebenfalls die Tatsache, dass vier dieser sieben Quellen sich inhaltlich auf das Merkmal *klein* der Dimension *Unternehmensgröße* beziehen. Daran ist zu erahnen, dass WebEDI vor allem mit kleinen Unternehmen in Verbindung gebracht wird.

In der Literatur wird übereinstimmend berichtet, dass VAN EDI aufgrund der hohen Kosten in KMU nur wenig akzeptiert ist (Bequai, 1996; Fu et al., 1999; Agi et al., 2005). Jedoch können von den Ergebnissen der EDI-Literatur nur bedingt Rückschlüsse auf die Akzeptanz von WebEDI gezogen werden (Chau und Hui, 2001). Interessant ist jedoch, dass Lu et al. (2001) zufolge durch XML EDI der Großteil der Probleme beseitigt wird, die bei KMU zu einer geringen Akzeptanz von VAN EDI geführt haben. Da Silva (2003) widerspricht dem jedoch und stellt fest, dass die Herausforderungen von Internet- und XML EDI sich nicht wesentlich von VAN EDI unterscheiden. 1998 mutmaßt Senn, dass sich Internet-EDI unabhängig von der Größe eines Unternehmens im Geschäftsalltag etablieren wird (Senn, 1998). Nurmi-laakso (2008a) sieht jedoch einen Zusammenhang zwischen der Größe eines Unternehmens und der Umsetzung und Anwendung von Internet-EDI. In dieser Arbeit liegt der Fokus jedoch auf der webbasierten EDI-Anwendung. In einer interessanten Untersuchung beschäftigen sich Beck und Weitzel (2005) mit den Prozesskosten von

VAN EDI, WebEDI und Fax pro Nachricht. Das Ergebnis ist, dass die Übermittlung von Geschäftsdokumenten per Fax mit 1,27 € pro Nachricht für die anwendenden Unternehmen die günstigste Alternative ist. Während traditionelles VAN EDI mit 6,60 € pro Nachricht wesentlich teurer ist, schlägt WebEDI mit 2,37 € pro Nachricht zu Buche. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bearbeitung einer WebEDI-Nachricht zeitintensiver ist als eine Fax-Transaktion (Beck und Weitzel, 2005; Beck et al., 2003). Besonders erwähnenswert ist, dass dieser Artikel auch die Bearbeitungszeit einer Nachricht, und somit den Personalaufwand, berücksichtigt und nicht nur bei den Kosten für die Infrastruktur verbleibt. Dies wird beim Rest der WebEDI-Literatur nicht berücksichtigt und ist gerade deshalb interessant, weil in vielen Quellen die hohen Kosten von VAN EDI als Grund für die geringe Akzeptanz durch KMU angegeben werden (Witte et al., 2003; Bequai, 1996; Meadors, 2005; Cox und Ghoneim, 1996). Aufgrund der manuellen Bearbeitung jeder Nachricht bezeichnen Beck et al. (2002) WebEDI als Mensch-Maschine-Schnittstelle. WebEDI sei nur eine Übergangslösung auf dem Weg hin zu direkten ERP-zu-ERP-Verbindungen.

Da große Unternehmen mit WebEDI auch KMU ohne hohe Kosten in ihr EDI-Netzwerk integrieren können, sind diese bestrebt, KMU zur Nutzung von WebEDI zu bewegen (Threlkel und Kavan, 1999). Al-Qirim (2007) und Minjoon Jun (2003) kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass oft nur dieser Druck von Handelspartnern KMU dazu bringt, WebEDI zu nutzen. Zu Beginn der Internet-EDI-Technologie gab es außerdem seitens der Unternehmen große Bedenken bezüglich der Sicherheit (Ratnasingham, 1998; Lankford und Johnson, 2000). Dennoch kommt Downing (2002) zum Ergebnis, dass von der Implementierung von WebEDI eine deutlich höhere Steigerung der Unternehmensperformance zu erwarten ist als von VAN EDI. Dieser These schließen sich Leonard und Davis (2006) grundsätzlich an, unterscheiden jedoch nicht zwischen VAN EDI und WebEDI. Choon Tan et al. (2010) weisen diesbezüglich darauf hin, dass sich aus der EDI-Nutzung nicht automatische Performancesteigerungen ergeben. Hier müssen weitere Variablen betrachtet werden.

Bezüglich der EDI-Technik lässt sich zusammenfassen, dass sich nur ein geringer Anteil der Literatur mit WebEDI auseinandersetzt. Besonders problematisch ist die fehlende vereinheitlichende Definition des Begriffs *EDI*. Dadurch lässt sich die genaue Art der EDI-Technik in vielen Artikeln nicht eindeutig erkennen, was den Erkenntnisgewinn durch vorhandene Literatur in diesem Themenbereich deutlich erschwert. In Bezug auf die Forschungsfrage bleibt festzuhalten, dass WebEDI für Unternehmen zwar geringe Kosten durch die vorhandene Infrastruktur verursacht, aber für KMU durch die manuelle Bearbeitung zeit- und kostenintensiver im Vergleich zur Datenübertragung per E-Mail oder Fax ist. Dennoch ist VAN EDI die wesentlich teurere Alternative.

2.2 Unternehmensgröße

Bei quantitativer Betrachtung der Literatur im Zusammenhang mit der Größe der untersuchten Unternehmen fällt auf, dass lediglich 25 Quellen die Dimension *Unternehmensgröße* berücksichtigen. Davon befassen sich vier Artikel mit großen Unternehmen und 21 mit KMU (siehe Tabelle 1). Der Großteil der Quellen macht hierzu jedoch keine Angabe oder bezieht seine Forschungsergebnisse auf alle Unternehmensgrößen, was diesbezüglich keine Rückschlüsse auf die Forschungsfrage zulässt. In der Suchformel sind jedoch die Begriffe *KMU*, *kleines mittelständisches Unternehmen*, *SME* und *Small And Medium Sized Enterprise* als UND-Operand in einer Klammer miteingeschlossen. Deshalb wäre eigentlich eine höhere Anzahl von Quellen zu erwarten, die sich mit KMU auseinandersetzen. Dies kann als Hinweis darauf gesehen werden, dass KMU bisher nur in geringem Umfang Gegenstand der Betrachtung in diesem Forschungsbereich sind.

16 der 21 Artikel mit Bezug auf KMU enthalten empirische Untersuchungen und lassen Rückschlüsse auf die Akzeptanz einer EDI-Technologie durch KMU zu (siehe Tabelle 1). Fünf der 16 Arbeiten beinhalten jedoch keine Erhebungen zur Akzeptanz, weshalb diese der Ausprägung *keine Angabe* der Dimension *Akzeptanz* zugeordnet sind. Sechs Artikel lassen sich einer geringen EDI-Akzeptanz durch KMU zuordnen, die im vorliegenden Artikel einem Anteil von EDI-akzeptierenden Unternehmen am jeweiligen Gesamtstichprobenumfang von null bis 33 Prozent entspricht. Mäßige Akzeptanz wurde durch einen Prozentsatz zwischen 34 und 66 Prozent definiert. Dieser Ausprägung entsprechen fünf Artikel. Keine Studie mit Bezug auf KMU ist in der Dimension *Akzeptanz* der Ausprägung *groß* zugeordnet, was auch als Hinweis auf eine geringe Akzeptanz von EDI-Techniken durch KMU auszulegen ist.

Interessant ist auch die Betrachtung der vier Quellen, die sich mit großen Unternehmen auseinandersetzen. Nur zwei dieser Arbeiten machen eine Angabe zur Akzeptanz einer EDI-Technologie auf der Grundlage einer empirischen Untersuchung. Diese sind jedoch die einzigen beiden Artikel der gesamten tabellarischen Analyse, die in der Dimension *Akzeptanz* der Ausprägung *groß* zugeordnet sind. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass die Akzeptanz von EDI bei großen Unternehmen unabhängig von der jeweiligen EDI-Technologie sehr hoch ist.

Um diese statistische Auswertung der Literatur auch qualitativ zu untermauern, werden im Folgenden wichtige Kernaussagen und Ergebnisse mit Bezug auf KMU dargestellt. Bereits in den 1990ern kommen mehrere Studien übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass KMU überwiegend ablehnend gegenüber EDI sind und die Technologie nicht nutzen. Banjeree und Golhar (1994) kommen zum Schluss, dass ein Großteil der Firmen, die EDI nicht nutzen, KMU sind. Dies ist jedoch aufgrund des sehr hohen Anteils von KMU von 90 Prozent an der Gesamtheit von europäischen Unternehmen

nicht verwunderlich (Europäische Union, 2015). In der gleichen Studie wird aber auch erwähnt, dass trotz steigender Akzeptanz von EDI der Anteil an EDI-akzeptierenden Unternehmen bei KMU wesentlich geringer ist als bei großen Unternehmen (Banerjee und Golhar, 1994). Die Initiative zur gemeinsamen Nutzung einer EDI-Technologie innerhalb einer Geschäftsbeziehung geht in den meisten Fällen von Kunden aus (Angeles und Nath, 2000). In Kanada konnte in einer Studie ein positiver Zusammenhang zwischen dem Jahresumsatz der untersuchten Unternehmen und der EDI-Akzeptanzrate festgestellt werden ((Maingot und Quon, 2001). Dieses Forschungsergebnis entspricht zwar nicht der Definition eines KMU nach dessen Mitarbeiteranzahl, stellt die Situation aber im Wesentlichen sehr ähnlich dar. Bequai (1996) begründet die geringe EDI-Akzeptanz von KMU durch die hohen Kosten, die den finanziellen Rahmen kleiner Unternehmen überschreiten. Die bisher genannten Studien beziehen sich jedoch auf VAN EDI. Viele Quellen berichten aber, dass Web-EDI und Internet-EDI die Akzeptanz von EDI-Technologien steigern. Dies ist hauptsächlich auf die wesentlich geringeren Kosten im Vergleich zum traditionellem VAN EDI zurückzuführen (Hughes et al., 2003; Meadors, 2005; Narayanan et al., 2009; Yazdanifard et al., 2012; Witte et al., 2003). Dies steht aber im Widerspruch zu den Ergebnissen von Huang et al. (2008) und Kim und Lee (2008), die zu dem Schluss kommen, dass die Größe eines Unternehmens nicht mit der Akzeptanz von Internet-EDI zusammenhängt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die qualitative und quantitative Analyse der Literatur darauf hinweist, dass sich eine positive Abhängigkeit zwischen der Größe eines Unternehmens und der Akzeptanz einer EDI-Technologie erkennen lässt. Ein Großteil der Quellen stützt diese These. Dennoch gibt es auch wenige gegenläufige Meinungen. Außerdem ist festzuhalten, dass sich weniger als die Hälfte der relevanten Literatur auf die Unternehmensgröße bezieht, was den Forschungsbedarf erkennen lässt.

2.3 Geografische Besonderheiten

Die Forschungsfrage bezieht sich explizit auf deutsche KMU. Deshalb wird im Folgenden der Bezug der Artikel auf die verschiedenen Kontinente untersucht. Deutschland und der Rest Europas werden getrennt betrachtet, um direkte Rückschlüsse auf die Forschungsfrage zuzulassen. 33 Quellen aus dem gesamten Literaturpool machen keine Aussage zum geografischen Bezug ihrer Forschungsergebnisse und können somit hinsichtlich der Dimension *geografischer Bezug* nur dem Merkmal *keine Angabe* zugeordnet werden (siehe Tabelle 1). Deshalb sind aus diesen Quellen auch nur bedingt Rückschlüsse auf die Forschungsfrage möglich. Lediglich vier Quellen beziehen sich auf Deutschland. Diese machen jedoch keine Angabe zur Akzeptanz und sind nicht der Branche *Maschinenbau* zugeordnet. Den Rest Europas betrachten sechs

Artikel. Neun Quellen befassen sich mit den USA, sieben mit Asien. Kein Artikel entspricht den Merkmalen *Südamerika*, *Australien* und *Afrika*. Die Betrachtung des geografischen Bezugs der Studien im Zusammenhang mit den Ausprägungen der Dimension *Akzeptanz* lässt keine auffälligen Unterschiede zwischen den Kontinenten erkennen. Die quantitative Analyse kommt somit zum Ergebnis, dass geografische Unterschiede zwischen den einzelnen Kontinenten bisher nur wenig erforscht wurden. Möglicherweise ist dies auf eine schlechte Vergleichbarkeit durch den unterschiedlichen wirtschaftlichen Entwicklungsstand der Kontinente zurückzuführen.

Bezüglich der qualitativen Aussagen zu geografischen Unterschieden der EDI-Akzeptanz lässt sich festhalten, dass diese im asiatischen Raum grundsätzlich gering ist. Seyal et al. (2007) kommen zum Schluss, dass die EDI-Akzeptanz von KMU in Brunei gering ist. Dieses Ergebnis deckt sich überwiegend mit vergleichbaren Studien aus dem asiatisch-pazifischen Raum (Seyal und Rahim, 2006). Zu einem ähnlichen Schluss kommen Lee et al. (2015) bei der Befragung von 284 malaysischen Firmen. Nur 30 Prozent der Unternehmen nutzen EDI, obwohl über die Hälfte große Unternehmen sind.

Eine Unterscheidung zwischen den Ländern Dänemark, Frankreich, Deutschland und den USA hinsichtlich der E-Commerce-Nutzung von KMU nehmen Beck et al. (2005) in ihrer Untersuchung vor. Es wird unter anderem ein prozentualer Anteil von EDI-nutzenden KMU ermittelt. Dieser liegt in Deutschland bei 51,5 Prozent, in Dänemark bei 48,6 Prozent, in den USA bei 54,0 Prozent und in Frankreich bei 64,7 Prozent. Diese Studie bezieht sich jedoch nicht explizit auf WebEDI (Beck et al., 2005). Auch Alpar (2002) kommt zu dem Ergebnis, dass die EDI-Nutzung in Deutschland geringer als in den USA ist. Während 75 Prozent der 1000 größten US-amerikanischen Firmen EDI nutzen, sind es in Deutschland nur 52 Prozent (Alpar, 2002). Da bei dieser Untersuchung jedoch VAN EDI betrachtet wird, lassen sich nur bedingt Rückschlüsse auf die Forschungsfrage ziehen. Es gibt in dieser Hinsicht keine veröffentlichten Forschungsergebnisse, die sich auf WebEDI beziehen.

Die Auswertung der Literatur hinsichtlich der geografischen Unterschiede bei der Akzeptanz von WebEDI durch KMU lässt vor allem erkennen, dass über die Hälfte der Quellen keine Angabe zur Gültigkeit ihrer Ergebnisse im Hinblick auf einen Kontinent macht. Lediglich vier Quellen beziehen sich auf deutsche Unternehmen, was erneut den Forschungsbedarf deutlich macht. Unterschiede zwischen Ländern oder Kontinenten in der WebEDI-Akzeptanz sind somit bisher nur in geringfügigem Umfang Gegenstand der Forschung.

2.4 Branche

Lediglich elf Artikel des Literaturpools beziehen ihre Ergebnisse auf eine spezielle Branche. Fünf dieser Quellen beziehen sich auf die Branche *Manufacturing* (siehe Tabelle 1). Dieser englische Begriff lässt sich jedoch nicht eins zu eins als Maschinenbau ins Deutsche übersetzen. Er umfasst alle produzierenden Industriesektoren und unterscheidet nicht detaillierter zwischen einzelnen Branchen. Somit kann Literatur zur Branche *Manufacturing* nur bedingt herangezogen werden. Dennoch ist die Branche *Maschinenbau* als Teil des produzierenden Gewerbes im Begriff *Manufacturing* auch inbegriffen. Keine dieser fünf Quellen bezieht sich jedoch auf WebEDI oder Deutschland. Aufgrund der geringen Grundgesamtheit lassen sich durch die quantitative Analyse der Literatur in Bezug auf die Dimension *Branche* keine aussagekräftigen Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfrage ableiten.

Dennoch finden sich in der Literatur diesbezüglich einige qualitative Aussagen. In einer Studie mit kanadischen KMU kommen Raymond und Bili (1997) zum Ergebnis, dass die EDI-Akzeptanz in der Branche *Manufacturing* mit 45 Prozent am höchsten ist. Tuunainen (1998) stellt fest, dass es in der Automobilindustrie viele KMU durch den Druck großer Unternehmen als Voraussetzung ansehen, am EDI-Verkehr teilzunehmen, um konkurrenzfähig zu bleiben. Inwiefern sich dies auch auf die Branche *Maschinenbau* übertragen lässt, bleibt jedoch offen. Des Weiteren kommen Cox und Ghoneim (1996) zum Ergebnis, dass sich die einzelnen Branchen in Großbritannien hinsichtlich der Einflussfaktoren, Hindernisse und des Nutzens unterscheiden. Da hierzu jedoch keine spezifischeren Angaben gemacht werden und sich der Artikel weder auf Deutschland, noch auf WebEDI bezieht, lassen sich in Bezug auf die Forschungsfrage keine neuen Erkenntnisse gewinnen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass nur eine geringe Anzahl wissenschaftlicher Artikel bisher einen Bezug zur betrachteten Branche herstellt. Zwar lassen sich diesbezüglich vereinzelt Aussagen finden, doch können diese nicht als aussagekräftiger Konsens der Literatur angesehen werden. Außerdem sind durch die Verwendung des englischen Begriffs *Manufacturing* keine direkten Rückschlüsse auf die Forschungsfrage möglich. Der Forschungsbedarf lässt sich hier besonders erkennen.

2.5 Akzeptanz und Stand der Umsetzung

Die Akzeptanz einer EDI-Technologie wird von 20 der 60 analysierten Quellen betrachtet (siehe Tabelle 1). Die Kategorisierung erfolgt in diesem Artikel mittels einer prozentualen Abstufung der akzeptierenden Unternehmen in drei Stufen. Eine geringe Akzeptanz von null bis 33 Prozent geben neun der 20 Quellen an. Ebenfalls neun Arbeiten geben eine mäßige Akzeptanz von 34 bis 66 Prozent an. Lediglich

zwei Quellen ermitteln eine hohe Akzeptanz über 67 Prozent. Diese beiden Artikel beziehen sich jedoch auf große Unternehmen.

Insgesamt stellen elf der 20 Quellen auch einen Bezug zu KMU her. Sechs dieser Quellen kommen in ihrer Untersuchung zum Ergebnis einer geringen Akzeptanz. Fünf der Artikel ermitteln eine mäßige Akzeptanz (siehe Tabelle 1). Dieses Ergebnis lässt auf eine eher geringe Akzeptanz von EDI-Techniken durch KMU schließen. Allerdings bezieht von diesen Quellen nur Al-Qirim (2007) seine Ergebnisse auf WebEDI.

Die Tendenz der geringen Akzeptanz durch die quantitative Betrachtung lässt sich auch anhand von qualitativen Aussagen erkennen. Viele Studien geben übereinstimmend an, dass die VAN-EDI-Akzeptanz von KMU sehr gering ist (Banerjee und Golhar, 1994; Alpar, 2002; Witte et al., 2003). Dies ist jedoch angesichts der hohen Kosten nicht verwunderlich. Die aktuellste Quelle dieser Arbeit gibt an, dass die Akzeptanz von EDI im Vergleich zu anderen firmenübergreifenden IT-Anwendungen und E-Commerce bisher nur von wenigen Studien empirisch untersucht wurde (Lee et al., 2015). Insgesamt beschäftigt sich der Großteil der Quellen jedoch nicht mit der Akzeptanz in Form eines prozentualen Anteils, sondern mit Einflussfaktoren auf die Akzeptanz einer EDI-Technologie durch ein Unternehmen. Die Einflussfaktoren lassen sich nicht in der quantitativen Auswertung betrachten und werden deshalb im Folgenden erläutert.

Chwelos et al. (2001) kommen in ihrer Studie mit 317 befragten Firmen zum Schluss, dass externer Druck großen Einfluss auf die Implementierung und Nutzung von EDI durch KMU hat. Es ist jedoch feststellbar, dass sich die Beweggründe zur Nutzung von EDI ebenfalls darauf auswirken, wie hoch der Nutzen für das KMU ist. Firmen, die EDI freiwillig einführen, profitieren stärker davon, als solche, die EDI nur aufgrund des Drucks von Geschäftspartnern verwenden (Raymond und Bergeron, 1996). Tankosic et al. (2017) weisen außerdem darauf hin, dass EDI vollumfänglich genutzt werden muss, um den maximalen Nutzen zu erhalten. Mit vollumfänglich ist in diesem Fall gemeint, dass alle Arten von Geschäftsdokumenten per EDI ausgetauscht werden müssen. Auch diese Studie nimmt jedoch keine genauere Spezifizierung von EDI vor oder erwähnt, ob die Ergebnisse auch auf WebEDI zutreffen (Tankosic et al., 2017). In Anlehnung an bestehende Akzeptanzmodelle im technischen Bereich haben sich auch im Bereich EDI die Einflussfaktoren Technologie, Unternehmen und Umfeld etabliert. Sowohl Iacovou et al. (1995) als auch Kuan und Chau (2001) wenden diese Einflussfaktoren in ihren Akzeptanzmodellen auch auf die EDI-Akzeptanz durch KMU an. Diese Modelle werden ebenfalls in der darauf folgenden Literatur verwendet, validiert oder weiter detailliert (Gengeswari und Hamid, 2010; Seyal et al., 2007; Al-Qirim, 2007; Chwelos et al., 2001). Jedoch weisen Shang et al. (2005) darauf hin, dass die Übertragung dieses Akzeptanzmodells von EDI auf Internet-EDI

nicht zielführend ist. Hierzu wird Literatur aus dem Bereich Marketing- und IT-Akzeptanz empfohlen. Yang (2013, S. 50) kommt in der Literaturanalyse seiner Dissertation zum Ergebnis, dass sich auch WebEDI vom traditionellen VAN EDI in dieser Hinsicht unterscheidet. Somit ist zu prüfen, inwiefern für die Akzeptanz von WebEDI andere Einflussfaktoren gelten.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Ermittlung von Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von EDI bisher stärker im Fokus der Forschung stand als die Untersuchung eines prozentualen Nutzungsgrades. Jedoch existiert bisher noch kein Akzeptanzmodell, das explizit die Einflussfaktoren von WebEDI beschreibt. Die quantitative Auswertung der bisherigen empirischen Ergebnisse weist darauf hin, dass die Akzeptanz von EDI gerade im Hinblick auf KMU größtenteils gering oder mäßig ist. Es ist jedoch noch nicht untersucht, inwiefern sich dies auch auf WebEDI übertragen lässt.

2.6 Veröffentlichungsjahr

In Abbildung 1 ist die Anzahl der Veröffentlichungen unterteilt in die Merkmale der Dimension *EDI-Technik* auf einem Zeitstrahl dargestellt. Deutlich zu erkennen ist der Peak zu Beginn des Jahrtausends. Der Großteil der Literatur Mitte der 1990er beschäftigt sich ausschließlich mit VAN EDI, da das Internet sich bis dahin noch nicht im Geschäftsalltag etabliert hatte und somit Internet-EDI und WebEDI noch nicht zur Verfügung standen. In den vergangenen zehn Jahren wurde nur eine geringe Anzahl der Quellen veröffentlicht. Somit ist davon auszugehen, dass der Einfluss technischer Neuerungen der zurückliegenden Dekade bisher nur in geringem Umfang erforscht wurde.

2.7 Art der Studie

Die Dimension *Art der Studie* untergliedert die Literatur in *Empirie*, *Konzept*, *Literature Review* und *Andere*. 35 Quellen enthalten empirische Untersuchungen (siehe Tabelle 1). Jedoch stammen lediglich die Artikel von Lee et al. (2015) und Choon Tan et al. (2010) aus den vergangenen zehn Jahren. Dies lässt erkennen, dass die Thematik in den zurückliegenden Jahren nur in sehr geringem Umfang empirisch untersucht wurde. 13 Artikel sind konzeptionelle Arbeiten. Diese entwerfen vor allem EDI-Akzeptanzmodelle, um die Einflussfaktoren auf die EDI-Akzeptanz zu beschreiben. Sechs weitere Arbeiten sind Literature Reviews. Diese sind besonders hilfreich bei der Vorwärts- und Rückwärtssuche von Literatur. Jedoch bezieht sich keiner dieser Artikel auf WebEDI. Eine Quelle ist der Dimension *Andere* zugeordnet. Hierbei handelt es sich um die Dissertation von Yang (2013) allem durch die ausführliche Literaturanalyse einige wichtige Erkenntnisse im Hinblick auf WebEDI schlussfolgert.

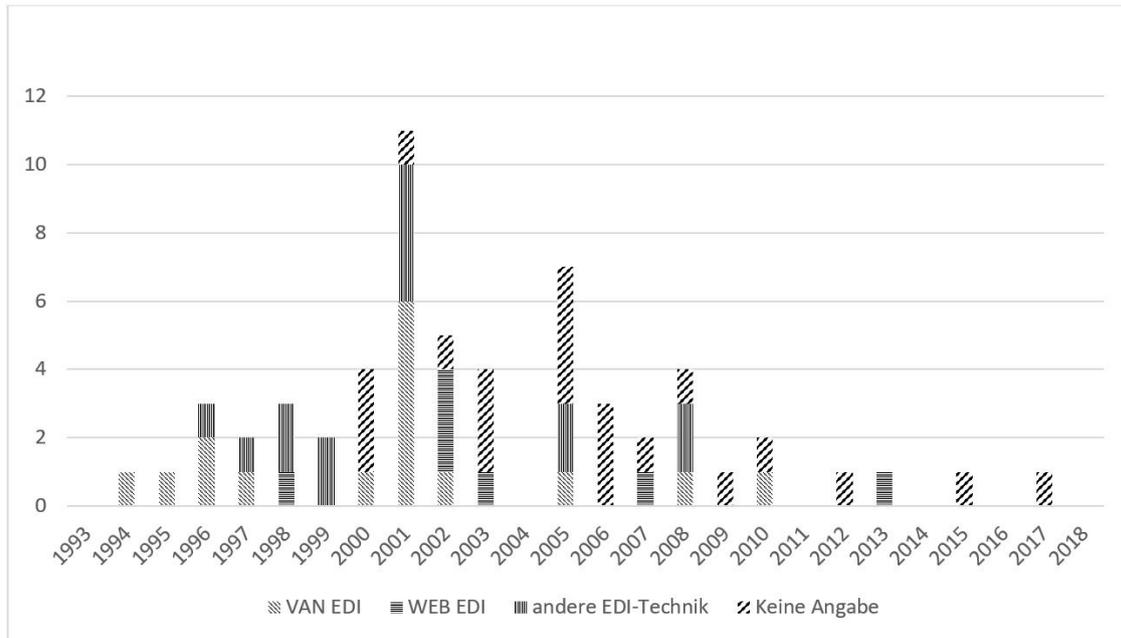


Abbildung 1: Übersicht Veröffentlichungsjahr und EDI-Technik

In Bezug auf die Art der wissenschaftlichen Vorgehensweise der Quellen bleibt also festzuhalten, dass ein großer Teil der Literatur empirischer Natur ist. Jedoch wurden in den letzten zehn Jahren lediglich zwei empirische Studien zur Thematik veröffentlicht. Daraus ist zu schließen, dass der Einfluss technischer Innovationen aus diesem Zeitraum noch nicht ausreichend erforscht ist.

3 Gründe der Ablehnung von WebEDI

Der zweite Teil der Forschungsarbeit zielt darauf ab, die Gründe zu ermitteln, weshalb deutsche KMU der Branche Maschinenbau sich gegen die Nutzung von WebEDI entscheiden. Trotz der geringen Anzahl von Forschungsergebnissen im Hinblick auf die Dimensionen *Branche* und *geografischer Bezug* lassen sich dennoch in Bezug auf die Nutzung von WebEDI durch KMU einige generelle Aspekte festhalten.

Da auch mit WebEDI die manuelle Eingabe von Daten für KMU weiterhin notwendig bleibt, entsteht Bearbeitungsaufwand. Dieser wird in der Studie von Beck und Weitzel (2005) untersucht und zeigt die höheren Kosten pro Nachricht beim WebEDI im Vergleich zu Fax oder E-Mail. Da VAN EDI ohnehin zu teuer für viele KMU ist, müssten diese die Datenübertragung direkt von Fax oder E-Mail auf WebEDI umstellen. Auch dieser Schritt wäre jedoch der Untersuchung von Beck und Weitzel (2005) zufolge mit höheren Kosten verbunden.

Für viele KMU besteht nach wie vor die Problematik, dass sie mit verschiedenen Standards von verschiedenen Geschäftspartnern konfrontiert werden (Fawcett et al., 2005). Dies stellt sich beim WebEDI nicht in Form von vielen verschiedenen Über-

tragungsformaten dar, sondern darin, dass die großen Geschäftspartner möglicherweise verschiedene WebEDI-Plattformen nutzen. Somit müssen KMU parallel verschiedene WebEDI-Plattformen handhaben, was der Vereinheitlichung der Datenübertragung entgegenstrebt und den KMU keinen Mehrwert bietet.

Einen weiteren möglichen Grund zur strategischen Ablehnung von WebEDI durch KMU liefern Shang et al. (2005). KMU streben danach, ihre Abhängigkeiten von anderen Firmen zu reduzieren. Beim EDI-Verkehr handelt es sich jedoch um firmenübergreifende Netzwerke mit gegenseitigen Abhängigkeiten. Dies kann auf strategischer Ebene zur grundsätzlichen Ablehnung von EDI führen (Shang et al., 2005). Es bleibt jedoch offen, ob dies auch auf WebEDI übertragbar ist.

Insgesamt ist also festzuhalten, dass für KMU vor allem wirtschaftliche Gründe gegen die Nutzung von WebEDI sprechen. Zum einen entstehen durch die manuelle Bearbeitung zusätzliche Kosten im Vergleich zur traditionellen Handhabung per Fax oder E-Mail, zum anderen wird die Datenübertragung bei der Nutzung verschiedener Plattformen uneinheitlicher. Außerdem widerspricht die Nutzung von WebEDI dem Bestreben nach der Reduzierung von Abhängigkeiten von anderen Firmen, weshalb die Nutzung von WebEDI strategisch abgelehnt wird.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wird eine kritische Literaturanalyse zur Akzeptanz webbasierter EDI-Anwendungen durch KMU der Branche Maschinenbau in Deutschland durchgeführt. Die systematische Suche nach relevanter Literatur geschieht auf der Grundlage einer geeigneten Suchformel. Anschließend werden die Quellen in den Kategorien *EDI-Technik*, *Unternehmensgröße*, *geografischer Bezug*, *Branche*, *Akzeptanz* und *Veröffentlichungsjahr* jeweils zutreffenden Merkmalen zugeordnet. Dies ermöglicht es, die Quellen auch auf quantitativer Ebene zu analysieren und bringt sie in eine logische Struktur. Die qualitative Analyse der Literatur erfolgt durch Darstellung und Gegenüberstellung wichtiger Forschungsergebnisse.

Diese kritische Literaturanalyse liefert einige wichtige Erkenntnisse in Bezug auf die Forschungsfrage, die auch im Hinblick auf die Umsetzung von Industrie 4.0 interessant sind. So liegt der Hauptgrund der Ablehnung von WebEDI durch KMU an der mangelnden Wirtschaftlichkeit der vorhandenen Lösungen. Durch die hohe Bearbeitungsdauer entsteht bei den Anwendern hoher Personalaufwand, der die Anwendung von WebEDI unwirtschaftlich machen kann.

Als weiteres wichtiges Ergebnis lässt sich nennen, dass bisher keine wissenschaftlichen Quellen veröffentlicht wurden, die alle Dimensionen der Forschungsfrage ausreichend berücksichtigen. Lediglich die Studien von Al-Qirim (2007), Beck et al. (2002), Beck et al. (2005) und Beck et al. (2003) entsprechen in drei Dimensionen

einer Ausprägung der Forschungsfrage. Diese lässt sich also anhand existenter Literatur nicht ausreichend beantworten.

Die Bereiche *Akzeptanz* und *KMU* wurden bisher durch viele Quellen erforscht. Diesbezüglich sind in der Literatur einige Ergebnisse vorhanden. Besonders im Hinblick auf die Dimensionen *geografischer Bezug*, *EDI-Technik* und *Branche* machen jedoch bisher nur die wenigsten Quellen Angaben. In der existenten Literatur wurde folglich wenig Forschungsarbeit betrieben, um die Thematik aus diesen Blickwinkeln zu erschließen. Spezifisch zur Branche Maschinenbau lassen sich aus dieser Literaturanalyse keine weiteren Schlüsse ziehen. In diesem Zusammenhang erscheint es wenig zielführend, in anknüpfenden Forschungsvorhaben eine branchenspezifische Betrachtung vorzunehmen.

Eine große Problematik bei der Analyse der bestehenden Literatur ist die fehlende Spezifizierung des Begriffs *EDI* im Großteil der Quellen. Oft ist nicht ersichtlich, ob WebEDI auch unter den Terminus *EDI* fällt, oder nicht. Dadurch wird es erschwert, Ergebnisse zu den verschiedenen *EDI*-Technologien voneinander abzugrenzen. Festzuhalten ist, dass Einstimmigkeit darüber herrscht, dass *KMU* traditionelles *VAN EDI* aufgrund der hohen Kosten nur zu einem geringen Anteil akzeptieren. Die Analyse ergibt außerdem, dass nur ein geringer Anteil der Quellen aus den vergangenen zehn Jahren stammen. Dies weist darauf hin, dass in diesem Zeitraum nur wenig Forschung in diesem Themenbereich betrieben wurde.

Diese kritische Literaturanalyse unterliegt folgenden Einschränkungen. *KMU* wird nicht in allen Quellen einheitlich definiert. Die Zuordnung hinsichtlich der Dimension *Unternehmensgröße* erfolgte deshalb teilweise anhand des Wortlauts *KMU* oder *SME*, auch wenn keine genaue Definition von *KMU* im Artikel erfolgt. Somit ist nicht auszuschließen, dass in der Analyse auch Unternehmen berücksichtigt werden, die eine Mitarbeiterzahl von 249 geringfügig überschreiten. Als weitere Einschränkung ist die Abstufung der *Akzeptanz* in drei Schritten zu nennen. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, prozentuale Angaben aus den empirischen Untersuchungen der Quellen einer Grundtendenz der *Akzeptanz* zuzuordnen. Eine feinere Abstufung mit Berücksichtigung der Grundgesamtheit der Studien muss separat in einer vollständigen Metaanalyse der Literatur erfolgen. Außerdem ist zu erwähnen, dass die quantitative Zuordnung eines Artikels zu nur einer Merkmalsausprägung vorgenommen wurde. Dies geschah jeweils anhand der Kernaussage des Artikels. Enthält der Artikel jedoch auch Ergebnisse zu anderen Merkmalen der gleichen Dimension, bleibt dies in der tabellarischen Darstellung verborgen und wird nur in der qualitativen Auswertung berücksichtigt.

Fraglich bleibt, ob sich die Ergebnisse des traditionellen *VAN EDI* ohne Bezug auf eine Branche oder einen Kontinent oder Nation auch auf deutsche Unternehmen im

Bereich Maschinenbau und auf WebEDI übertragen lassen. Der Großteil der Quellen kommt zum Schluss, dass zumindest WebEDI und VAN EDI getrennt untersucht werden müssen. Außerdem ist aufgrund der geringen Anzahl von Veröffentlichungen innerhalb der letzten zehn Jahre davon auszugehen, dass die Auswirkungen von Neuerungen in der Informationstechnologie auf die Akzeptanz von WebEDI bisher noch nicht Gegenstand der Forschung waren und zukünftig untersucht werden müssen. Lediglich zwei Quellen aus der zurückliegenden Dekade enthalten Forschungsergebnisse auf empirischer Basis. Entsprechend wenige Daten wurden in diesem Zeitraum erhoben und ausgewertet. Zur vollständigen Beantwortung der Forschungsfrage unter Berücksichtigung aller Elemente im aktuellen Kontext empfiehlt sich deshalb eine empirische Studie. Wie bereits erwähnt, ist eine branchenspezifische Betrachtung mit Fokus auf die Branche Maschinenbau aufgrund der Erkenntnisse dieser Literaturanalyse hierbei jedoch nicht sinnvoll.

Übertragen auf die eingangs skizzierten Fragestellungen bedeutet das, dass vor allem aufgrund der fehlenden Veröffentlichungen zur Verbreitung und Akzeptanz von EDI in den vergangenen zehn Jahren eine neue Untersuchung zur Akzeptanz von EDI und insbesondere WebEDI in kleinen und mittelständischen Unternehmen vor dem Hintergrund der technologischen Veränderungen der vergangenen zehn Jahre von Nöten ist. Dies ist vor allem deswegen relevant, um zum einen das Potenzial der im Rahmen des Industrie-4.0-Trends geschaffenen Sensordaten durch einen vollständig automatisierten Auftragsabwicklungsprozess voll auszuschöpfen und zum anderen, um mögliche Fehler bei der Umsetzung der technischen Akzeptanz zu realisieren, die bereits im Zuge der Verbreitung von EDI aufgetreten sind.

Dieser Artikel wurde möglich durch das FuE-Programm „Informations- und Kommunikationstechnik“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Energie und Technologie im Rahmen des Projekts OBerA (IUK-1709-0011 // IUK530/010), eingereicht durch die Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt (FHWS).

5 Literaturverzeichnis

- Agi, M., Ballot, E. und Molet, H. (2005), 100% EDI-connected suppliers projects: An empirical investigation of success factors, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Jg. 11 Nr. 2-3, S. 107–115.
- Alpar, P. (2002), Die kritischen Erfolgsfaktoren für EDI-Dienstleistungsanbieter, *Wirtschaftsinformatik*, Jg. 44 Nr. 1, S. 29–40.
- Al-Qirim, N. (2007), The adoption of eCommerce communications and applications technologies in small businesses in New Zealand, *Electronic Commerce Research and Applications*, Jg. 6 Nr. 4, S. 462–473.

- Angeles, R. (2000), Revisiting the role of Internet-EDI in the current electronic commerce scene, *Logistics Information Management*, Jg. 13 Nr. 1, S. 45–57.
- Angeles, R., Corritore, C.L., Basu, S.C. und Nath, R. (2001), Success factors for domestic and international electronic data interchange (EDI) implementation for US firms, *International Journal of Information Management*, Jg. 21 Nr. 5, S. 329–347.
- Angeles, R. und Nath, R. (2000), An empirical study of EDI trading partner selection criteria in customer-supplier relationships, *Information & Management*, Jg. 37 Nr. 5, S. 241–255.
- Anvari, M. (1992), Electronic data interchange and inventories, *International Journal of Production Economics*, Jg. 26 Nr. 1-3, S. 135–143.
- Banerjee, S. und Golhar, D.Y. (1994), Electronic data interchange: Characteristics of users and nonusers, *Information & Management*, Jg. 26 Nr. 2, S. 65–74.
- Beck, R. und Weitzel, T. (2005), Some Economics of Vertical Standards: Integrating SMEs in EDI Supply Chains, *Electronic Markets*, Jg. 15 Nr. 4, S. 313–322.
- Beck, R., Weitzel, T. und König, W. (2002), Promises and Pitfalls of SME Integration, in *Proceedings of the 15th Bled Electronic Commerce Conference eReality 2002, Bled, Slovenia, 17.-19.06.2002*.
- Beck, R., Weitzel, T. und König, W. (2003), The Myth of WebEDI, in Monteiro, J.L., Swatman, P.M.C. und Tavares, L.V. (Hrsg.), *Towards the Knowledge Society: ECommerce, eBusiness and eGovernment The Second IFIP Conference on E-Commerce, E-Business, E-Government (I3E 2002) October 7-9, 2002, Lisbon, Portugal, IFIP - The International Federation for Information Processing*, Bd. 105, Springer US, Boston, MA, S. 585–599.
- Beck, R., Wigand, R.T. und König, W. (2005), Integration of E-Commerce by SMEs in the Manufacturing Sector, *Journal of Global Information Management*, Jg. 13 Nr. 3, S. 20–32.
- Bequai, A. (1996), EDI looks to the internet, *Computer Audit Update*, Jg. 1996 Nr. 2, S. 27–31.
- Burns, R.B. und Burns, R.A. (2008), *Business research methods and statistics using SPSS*, SAGE, Los Angeles.
- Buxmann, P., Ladner, F. und Weitzel, T. (2001), Anwendung der Extensible Markup Language (XML): Konzeption und Implementierung einer WebEDI-Lösung, *Wirtschaftsinformatik*, Jg. 43 Nr. 3, S. 257–267.
- Buxmann, P., Wüstner, E. und Kunze, S. (2005), Wird XML/EDI traditionelles EDI ablösen?, *Wirtschaftsinformatik*, Jg. 47 Nr. 6, S. 413–421.
- Chau, P.Y. und Jim, C.C. (2002), Adoption of Electronic Data Interchange in Small and Medium-Sized Enterprises, *Journal of Global Information Management*, Jg. 10 Nr. 4, S. 61–85.

- Chau, P.Y.K. (2001), Inhibitors to EDI adoption in small businesses: an empirical investigation, *Journal of Electronic Commerce Research*, Jg. 2 Nr. 2, S. 78–88.
- Chau, P.Y.K. und Hui, K.L. (2001), Determinants of Small Business EDI Adoption: An Empirical Investigation, *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, Jg. 11 Nr. 4, S. 229–252.
- Chernyshov, A., Balandina, A., Kostkina, A. und Klimov, V. (2016), Intelligence Search Engine and Automatic Integration System for Web-Services and Cloud-Based Data Pro-viders Based on Semantics, *Procedia Computer Science*, Jg. 88, S. 272–276.
- Chituc, C.-M. (2017), XML interoperability standards for seamless communication: An analysis of industry-neutral and domain-specific initiatives, *Computers in Industry*, 92-93, S. 118–136.
- Choon Tan, K., Kannan, V.R., Hsu, C.-C. und Keong Leong, G. (2010), Supply chain information and relational alignments: mediators of EDI on firm performance, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Jg. 40 Nr. 5, S. 377–394.
- Christopher, M. (2000), The Agile Supply Chain, *Industrial Marketing Management*, Jg. 29 Nr. 1, S. 37–44.
- Chwelos, P., Benbasat, I. und Dexter, A.S. (2001), Research Report: Empirical Test of an EDI Adoption Model, *Information Systems Research*, Jg. 12 Nr. 3, S. 304–321.
- Cox, B. und Ghoneim, S. (1996), Drivers and barriers to adopting EDI: a sector analysis of UK industry, *European Journal of Information Systems*, Jg. 5 Nr. 1, S. 24–33.
- Craighead, C.W., Patterson, J.W., Roth, P.L. und Segars, A.H. (2006), Enabling the benefits of Supply Chain Management Systems: an empirical study of Electronic Data Interchange (EDI) in manufacturing, *International Journal of Production Research*, Jg. 44 Nr. 1, S. 135–157.
- da Silva, M.M. (2003), Challenges for EDI adoption by small and medium-size enterprises (SME), in Reis, A.P.d. (Hrsg.), *Proceedings of the IADIS International Conference e-Society 2003: Lisbon, Portugal, June 3 - 6, 2003*, IADIS Press, S.l., S. 603–607.
- Downing, C.E. (2002), Performance of Traditional and Web-Based EDI, *Information Systems Management*, Jg. 19 Nr. 1, S. 49–55.
- El Kadiri, S., Grabot, B., Thoben, K.-D., Hribernik, K., Emmanouilidis, C., Cieminski, G. von und Kiritsis, D. (2016), Current trends on ICT technologies for enterprise information systems, *Computers in Industry*, Jg. 79, S. 14–33.

- Europäische Union (2015), Benutzerleitfaden zur Definition von KMU, [online] verfügbar unter: http://publications.europa.eu/resource/cellar/79c0ce87-f4dc-11e6-8a35-01aa75ed71a1.0004.01/DOC_1 (zugegriffen am 20.12.2018).
- Fawcett, S.E; Magnan, G.M. und McCarter, M.W. (2005), *Benchmarking Information Integration in Supply Chain Management: A Multi-channel Approach*, Working Papers 05-0117, University of Illinois at Urbana-Champaign, College of Business.
- Forman, C. und van Zeebroeck, N. (2018), Digital technology adoption and knowledge flows within firms: Can the Internet overcome geographic and technological distance?, *Research Policy*.
- Fu, S., Chung, J.-Y., Dietrich, W., Gottemukkala, V., Cohen, M. und Chen, S. (1999), A practical approach to Web-based Internet EDI, in *Workshops on Electronic Commerce and Web-based Applications Middleware: 19th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems proceedings May 31-June 4, 1999, Austin, Texas, Austin, TX, USA, 31 May-4 June 1999*, IEEE Computer Society, Los Alamitos, Calif., S. 53–58.
- Garcia, F. und Grabot, B. (2015), Enterprise Web Portals for Supply Chain Coordination: A Case Study, in Umeda, S., Nakano, M., Mizuyama, H., Hibino, H., Kiritsis, D. und Cieminski, G. von (Hrsg.), *Advances in production management systems: Innovative production management towards sustainable growth IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2015, Tokyo, Japan, September 7-9, 2015, Proceedings, IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Bd. 460, Springer, Cham, S. 93–100.
- Gengeswari, K. und Hamid, A.B.A. (2010), Integration of electronic data interchange: a review, *Jurnal Kemanusiaan*, Jg. 8 Nr. 1, S. 63–69.
- Gudmundsson, S.V. und van Schieven, L. (2001), The adoption of Internet-EDI in SMEs, in *Proceedings of the 13th NOFOMA Conference, Reykjavik, Iceland*.
- Huang, Z., Janz, B.D. und Frolick, M.N. (2008), A Comprehensive Examination of Internet-EDI Adoption, *Information Systems Management*, Jg. 25 Nr. 3, S. 273–286.
- Hughes, M., Golden, W. und Powell, P. (2003), Inter-organisational ICT systems: the way to innovative practice for SMEs?, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Jg. 10 Nr. 3, S. 277–286.
- Iacovou, C.L., Benbasat, I. und Dexter, A.S. (1995), Electronic Data Interchange and Small Organizations: Adoption and Impact of Technology, *MIS Quarterly*, Jg. 19 Nr. 4, S. 465.
- Kaefer, F. und Bendoly, E. (2000), The adoption of electronic data interchange: a model and practical tool for managers, *Decision Support Systems*, Jg. 30 Nr. 1, S. 23–32.

- Kim, B.G. und Lee, S. (2008), Factors affecting the implementation of electronic data interchange in Korea, *Computers in Human Behavior*, Jg. 24 Nr. 2, S. 263–283.
- Kuan, K.K.Y. und Chau, P.Y.K. (2001), A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology–organization–environment framework, *Information & Management*, Jg. 38 Nr. 8, S. 507–521.
- Lankford, W.M. und Johnson, J.E. (2000), EDI via the Internet, *Information Management & Computer Security*, Jg. 8 Nr. 1, S. 27–30.
- Lee, S.L., Ainin, S., Dezdar, S. und Mallasi, H. (2015), Electronic data interchange adoption from technological, organisational and environmental perspectives, *International Journal of Business Information Systems*, Jg. 18 Nr. 3, S. 299–332.
- Leonard, L.N.K. und Davis, C.C. (2006), Supply chain replenishment: before-and-after EDI implementation, *Supply Chain Management: An International Journal*, Jg. 11 Nr. 3, S. 225–232.
- Liao, W.-H., Chen, P.-W. und Kuai, S.-C. (2017), A Resource Provision Strategy for Software-as-a-Service in Cloud Computing, *Procedia Computer Science*, Jg. 110, S. 94–101.
- Lobaziewicz, M. (2015), The Design of B2B System User Interface for Mobile Systems, *Procedia Computer Science*, Jg. 65, S. 1124–1133.
- Lu, E.J.-L., Tsai, R.-H. und Chou, S. (2001), An empirical study of XML/EDI, *Journal of Systems and Software*, Jg. 58 Nr. 3, S. 271–279.
- Maingot, M. und Quon, T. (2001), A Survey Of Electronic Data Interchange (Edi) In The Top Public Companies In Canada, *INFOR: Information Systems and Operational Research*, Jg. 39 Nr. 3, S. 317–332.
- Meadors, K. (2005), Secure Electronic Data Interchange over the Internet, *IEEE Internet Computing*, Jg. 9 Nr. 3, S. 82–89.
- Mehrtens, J., Cragg, P.B. und Mills, A.M. (2001), A model of Internet adoption by SMEs, *Information & Management*, Jg. 39 Nr. 3, S. 165–176.
- Millman, H. (1998), Easy EDI for everyone, *InfoWorld*, Jg. 20 Nr. 33, S. 38.
- Minjoon Jun, S.C. (2003), Key obstacles to EDI success: from the US small manufacturing companies' perspective, *Industrial Management & Data Systems*, Jg. 103 Nr. 3, S. 192–203.
- Narayanan, S., Marucheck, A.S. und Handfield, R.B. (2009), Electronic Data Interchange: Research Review and Future Directions, *Decision Sciences*, Jg. 40 Nr. 1, S. 121–163.
- Nurmilaakso, J.-M. (2008a), Adoption of e-business functions and migration from EDI-based to XML-based e-business frameworks in supply chain integration, *International Journal of Production Economics*, Jg. 113 Nr. 2, S. 721–733.

- Nurmilaakso, J.-M. (2008b), EDI, XML and e-business frameworks: A survey, *Computers in Industry*, Jg. 59 Nr. 4, S. 370–379.
- Raafat, H.M., Hossain, M.S., Essa, E., Elmougy, S., Tolba, A.S., Muhammad, G. und Ghoneim, A. (2017), Fog Intelligence for Real-Time IoT Sensor Data Analytics, *IEEE Access*, Jg. 5, S. 24062–24069.
- Ratnasingham, P. (1998), Internet-based EDI trust and security, *Information Management & Computer Security*, Jg. 6 Nr. 1, S. 33–39.
- Raymond, L. und Bergeron, F. (1996), EDI success in small and medium-sized enterprises: A field study, *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, Jg. 6 Nr. 2, S. 161–172.
- Raymond, L. und Blili, S. (1997), Adopting EDI in a network enterprise: the case of subcontracting SMEs, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Jg. 3 Nr. 3, S. 165–175.
- Segev, A., Porra, J. und Roldan, M. (1997), Internet-based EDI strategy, *Decision Support Systems*, Jg. 21 Nr. 3, S. 157–170.
- Senn, J.A. (1998), Expanding the reach of electronic commerce: The Internet EDI Alternative, *Information Systems Management*, Jg. 15 Nr. 3, S. 7–15.
- Seyal, A.H., Noah Abd Rahman, M. und Awg Yussof Hj Awg Mohammad, H. (2007), A quantitative analysis of factors contributing electronic data interchange adoption among Bruneian SMEs, *Business Process Management Journal*, Jg. 13 Nr. 5, S. 728–746.
- Seyal, A.H. und Rahim, M.M. (2006), A Preliminary Investigation of Electronic Data Interchange Adoption in Bruneian Small Business Organizations, *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, Jg. 24 Nr. 1, S. 1–21.
- Shang, R.-A., Chen, C.C. und Liu, Y.-C. (2005), Internet EDI adoption factors: Power, Trust and Vision, in *Proceedings of the 7th international conference on Electronic commerce, Xi'an*, 15.-17.08.2005, ACM, New York, S. 101–108.
- Soliman, K.S. und Janz, B.D. (2004), An exploratory study to identify the critical factors affecting the decision to establish Internet-based interorganizational information systems, *Information & Management*, Jg. 41 Nr. 6, S. 697–706.
- Statistisches Bundesamt (2008), Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen, [online] verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008_erl.pdf?__blob=publicationFile (zugegriffen am 23.01.2019).
- Tankosic, M., Ivetic, P. und Mikelic, K. (2017), Managing Internal and External Communication in a Competitive Climate via EDI Concept, *International Journal of Communications*, Jg. 11 Nr. 2, S. 1–6.

- Threlkel, M.S. und Kavan, C.B. (1999), From traditional EDI to Internet-based EDI: managerial considerations, *Journal of Information Technology*, Jg. 14 Nr. 4, S. 347–360.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E. und Pelaez, G. (2017), What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?, *Procedia Manufacturing*, Jg. 13, S. 1175–1182.
- Tuunainen, V.K. (1998), Opportunities of effective integration of EDI for small businesses in the automotive industry, *Information & Management*, Jg. 34 Nr. 6, S. 361–375.
- Werner, T. (1999), EDI meets the Internet, *Transportation and distribution*, Jg. 40 Nr. 6, S. 36–44.
- Witte, C.L., Grünhagen, M. und Clarke, R.L. (2003), The Integration of EDI and the Internet, *Information Systems Management*, Jg. 20 Nr. 4, S. 58–65.
- Xu, L.D., He, W. und Li, S. (2014), Internet of Things in Industries: A Survey, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Jg. 10 Nr. 4, S. 2233–2243.
- Yang, C.-Y. (2013), Understanding the Role of B2B Social and Relational Factors on Web-Based EDI Adoption – A collaborative approach in the container liner shipping industry, Royal Holloway University, London, 2013.
- Yazdanifard, R., Baruani, B.M. und Mohseni, S. (2012), REVIEW OF ELECTRONIC DATA INTERCHANGE IN BUSINESS TO BUSINESS E-COMMERCE IN A COMPETITIVE GLOBAL MARKET, *Research Notes in Information Science*, Jg. 9 Nr. 1, S. 48–53.

Mobility in Technology

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Technology

Dr.-Ing. Reinhard Kolke

ADAC e.V., Test und Technik, Otto-Lilienthal-Str. 2, 86899 Landsberg am Lech,
reinhard.kolke@tzll.adac.de

Zum Ende des ersten Jahrzehnts des 21. Jahrhunderts stehen Klimaschutz und Maßnahmen im Verkehrssektor im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion. Der erste Beitrag *Climate Protection in the Transport Sector – The Key Role of Alternative Fuels* von Professor Dr.-Ing. Thomas Willner nimmt seinen Ausgangspunkt in den Ergebnissen aus Arbeitsgruppen der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM). Laut der Ergebnisse der Arbeitsgruppe sind die Klimaziele, die durch den Verkehrssektor erfüllt werden müssen, nicht allein mit Elektromobilität erreichbar. Insbesondere alternative Kraftstoffe werden daher eine Schlüsselrolle bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen in der bestehenden Fahrzeugflotte und in den schwer elektrifizierbaren Bereichen (Schwerlastverkehr, Luftfahrt, Seeschifffahrt und Spezialanwendungen) spielen. Zudem benötigen Hybridautos langfristig flüssige Kraftstoffe. In Bezug auf die Nachfrage nach Flüssigbrennstoffen zeigt der Beitrag typische Produktionspfade, die auch in einem Positionspapier von DECHEMA (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.) und VDI-GVC (Verein Deutscher Ingenieure-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen) entwickelt wurden.

In dem folgenden Beitrag *Fuels from Waste and Hydrogen – The HAW Hamburg Approach* fokussieren Professorin Dr. Anika Sievers und Professor Dr.-Ing. Thomas Willner den vorhergehenden Überblick auf die Nutzung von Abfallstoffen zur Herstellung flüssiger Kraftstoffe. Ein Forschungsziel ist es dabei, dass alternative flüssige Brennstoffe Treibhausgasemissionen rasch reduzieren, nicht aber mit Nahrungsmitteln konkurrieren, sondern auf Abfällen und erneuerbaren Energiequellen basieren. In dem Beitrag werden erste Ergebnisse des Verbundprojekts „X-Energy“ der HAW Hamburg (Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg) vorgestellt, insbesondere das Teilprojekt „READiTM-PtL (Power to Liquid)“. Dabei sollen in einem neuartigen Ansatz Fettabfälle in zwei Stufen zu Kraftstoffen umgewandelt werden, die mit konventionellen Kraftstoffen kompatibel und austauschbar sind (Drop-In-Kraftstoffe). Durch innovative Reaktivdestillationsverfahren und anschließendes Hydrotreating mit Wasserstoff aus erneuerbaren Energien werden Abfallfette zu Drop-in-Kraftstoffkomponenten bei minimalem Wasserstoffbedarf aufbereitet. Das Verfahren soll später mit Partnerunternehmen in einem größeren Maßstab aufgebaut und verifiziert werden.

Climate Protection in the Transport Sector – The Key Role of Alternative Fuels

Prof. Dr.-Ing. Thomas Willner

Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg), Lohbrügger
Kirchstraße 65, 21033 Hamburg, thomas.willner@haw-hamburg.de

1	Introduction.....	262
2	Mathematics of Climate Protection	262
3	CO2 Emission Reduction in the Transport Sector by Alternative Fuels.....	264
4	The CO2 Emission Reduction Potential of Different Measures.....	268
5	The Real CO2 Emission Reduction Performance of BEVs	279
6	Conclusion	284
7	References.....	285

Abstract:

The targets for the reduction of greenhouse gases in the transport sector are ambitious at both German and European level. However, the potential of important measures suitable for this purpose is in danger of being lost due to a lack of technological neutrality. Political regulatory framework conditions strongly favour the ramp-up of electric mobility. The German Climate Protection Programme 2030 focuses on electric mobility through excessive financial support and is accompanied by other legal measures such as the non-inclusion of the standard DIN EN 15940 in the new BImSchV, which means that paraffinic renewable fuels are strongly discouraged. At European level, this includes especially the fleet regulation system for CO₂ emissions, in which battery electric vehicles are counted with zero emission, but renewable fuels do not count at all. These regulations need urgent correction considering well-to-wheel emissions. An analysis shows that renewable fuels will be by far the most important climate protection measure in transport.

JEL Classification: L91, Q54

Keywords: Climate protection performance, transport sector, renewable fuels, well-to-wheel analysis.

1 Introduction

The German government is preparing a climate protection law for the period until 2030. In this context, the transport sector is a challenging one due to still increasing tendency in greenhouse gas (GHG) emissions. One result of the supporting working groups in the national platform future of mobility (NPM, 2019) is that the climate targets for the transport sector are not achievable in time with electric mobility alone. In particular, alternative fuels including advanced biofuels will play a key role in reducing greenhouse gas emissions for both the existing car fleet and the areas difficult to electrify such as heavy-duty transport, aviation, marine shipping and numerous special applications. In addition, hybrid cars will need liquid fuels in the long term. Thus, the demand for alternative fuels will rise sharply within the next decade.

2 Mathematics of Climate Protection

The mathematics of climate protection in general is mainly based on the following two factors: Carbon dioxide (CO₂) budget and CO₂ emission level. The CO₂ budget is the maximum amount of CO₂ that can still be released into the atmosphere if a certain level of warming is not to be exceeded. The CO₂ emission level is the CO₂ emission per time.

According to the IPCC special report of Oct. 2018 (IPCC, 2018) related to the 1.5-degree target, the global CO₂ budget based on the beginning of 2018 was 420 gigatonnes (Gt) CO₂ for a 66% probability of limiting warming to 1.5°C. The current global annual CO₂ net emission level is about 40 Gt CO₂ (IPCC, 2018). Thus, the global CO₂ budget is shrinking by 40 Gt CO₂ every year, resulting in a remaining **global budget** of just **340 Gt CO₂** from the beginning of 2020.

According to this simple mathematics of climate protection, the CO₂ budget will be exhausted in about 8.5 years if no action is taken. As an example, for correct action, the CO₂ budget could be kept, if the CO₂ emission level is reduced linearly to zero within 17 years until the beginning of 2037. These two scenarios are shown in Fig. 1. The respective consumption of the CO₂ budget is the integral (area) under each line. The horizontal red line in Fig. 1 represents the “no-action” scenario, while the linear falling green line stands for the “correct-action” scenario. As calculated from the beginning of 2020, the integral (area) under each line is representing the same CO₂ budget value of 340 Gt CO₂.

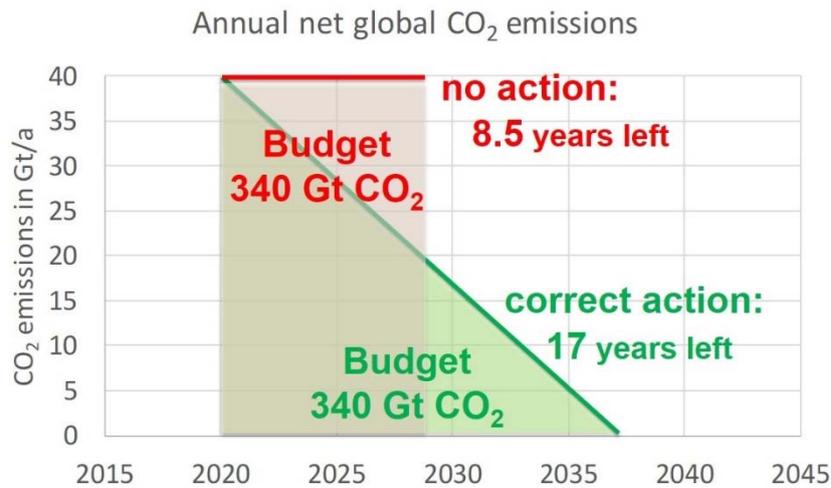


Figure 1: No-action and correct-action scenario for global CO₂ emissions

The linear reduction scenario as an example for correct action in Fig. 1 should be taken as a minimum action roadmap not only for the world, but also for every single country or every single sector. Assuming that the world would agree on this roadmap, the respective CO₂ budget for each country or each sector in the world could be calculated by Formula (1).

$$B_i = \frac{E_i}{E_g} \cdot B_g \quad (1)$$

With: B_i = CO₂ budget of the respective country or sector
 B_g = global CO₂ budget (340 Gt at the beginning of 2020)
 E_i = CO₂ emission per time of the respective country or sector
 E_g = global CO₂ emission per time (currently 40 Gt/a)

An advantage of Formula (1) compared to other more complex calculation methods might be that it can be easily understood, applied and adjusted to the shrinking global CO₂ budget.

The following two examples calculate German CO₂ budgets from the beginning of 2020 according to Formula (1), which should set the framework for political climate protection programmes in Germany. These calculations can be transferred accordingly to any other country or sector:

1. The total German CO₂ emission level is about 0.8 Gt/a (UBA, 2019). Thus, **the CO₂ budget of Germany is $(0.8 / 40) \cdot 340 \text{ Gt CO}_2 = 6.8 \text{ Gt CO}_2$.**
2. The German transport sector CO₂ emission level is about 0.168 Gt/a (UBA, 2019). Thus, **the CO₂ budget of the German transport sector is $(0.168 / 40) \cdot 340 \text{ Gt CO}_2 = 1.4 \text{ Gt CO}_2$.**

According to the linear CO₂ mitigation scenario of Fig. 1, **the CO₂ emissions must be reduced annually by about 5.9% every year** or, as an example, by about 59%

during the next decade until 2030, respectively based on the today's emission level. **In that case, the remaining time is just 17 years until the beginning of 2037.** Some more time could only be achieved by faster CO₂ emission reduction in the meantime. Conversely in case of slower CO₂ emission reduction in the first years, the remaining time for reduction to zero emission would be even shorter.

Realistically speaking, the zero-emission target year 2050 of both the German Climate Roadmap and the "Green Deal" of the European Commission is now far outside the range for the 1.5-degree target. We have already lost too much time doing nearly nothing for effective climate protection.

According to Willner (Willner, 2019) the key messages that emerge for policymakers are:

- *Significant global GHG reduction must start immediately in every single country of the world.*
- *Long-term goals must be set, but that is not enough.*
- *In addition, annual milestones are needed, based on the linear GHG emission reduction roadmap as shown in Fig. 1 for the example of CO₂ emissions.*
- *All technical options must be involved.*

Thus, following the mathematics of climate protection, measures to reduce GHG emissions must meet the following criteria as far as possible:

- **"No delay"**: *Measures must be effective immediately.*
- **"No GHG export"**: *Measures for GHG reduction in one country or sector must not lead to GHG increases in other countries or sectors.*
- **"Fast roll-out"**: *It must be possible to implement the measures quickly worldwide.*

These recommendations apply to all sectors of the economy, including the transport sector, which is discussed in this paper.

3 CO₂ Emission Reduction in the Transport Section by Alternative Fuels

In Germany, the final energy demand of transport in 2017 was almost 2.8 exajoule (EJ), with a share of 98% liquid fuels (BMVI, 2018). According to the UBA (Umweltbundesamt), the German transport sector accounts for about 30% of the total final energy demand and for about 20% of the GHG emissions (UBA, 2019). In 2017, the GHG emissions of transport were 168 megatonnes (Mt) CO₂eq (UBA, 2019). This represents an increase of 4 Mt CO₂eq compared to 1990 (UBA, 2019).

In view of the overwhelming share of combustion engines in the transport sector, **an accelerated implementation of alternative fuels is obviously the only way for fast**

GHG emission reduction in the transport sector including both the huge existing fleet and areas difficult to electrify such as aviation, shipping, heavy road transport as well as special applications (e.g. farming, forestry, construction, civil protection, police, fire brigade, military and others).

3.1 Alternative Fuels

Alternative fuels mean renewable fuels or fuels based on renewable resources. They include both liquid and gaseous fuels. The terms “alternative fuels” and “renewable fuels” are used synonymously throughout the text. To avoid a widespread misunderstanding, it should be mentioned that alternative fuels concern not only biofuels, but also any kind of non-fossil fuels.

Examples for alternative fuels are:

- BtX, BtL, BtG fuels = biofuels
 - 1st generation biofuels (1G biofuels) = conventional biofuels based on agricultural crops
 - 2nd generation biofuels (2G biofuels) = advanced biofuels based on biomass waste and residues or lignocellulosic energy crops
 - 3rd generation biofuels (3G biofuels) = advanced biofuels based on algae or comparable resources
- WtX, WtL, WtG fuels = advanced alternative fuels based on waste mixtures with a high share of non-biogenic waste such as plastic waste, automotive shredder residue, municipal solid waste etc.
- PtX, PtL, PtG fuels = e-fuels = advanced alternative fuels based on renewable electric power (e.g. via electrolysis of water for hydrogen production and further processing) and, if necessary, based on a non-fossil gaseous carbon source (e.g. CO₂, CO).
- Hybrids such as B/PtX fuels or SynBioPtX fuels (combination of BtX and PtX fuels) or W/PtX (combination of WtX and PtX fuels) = fuels based on biomass or waste, upgraded by renewable hydrogen.

With: BtX fuels = biomass to liquid or gaseous fuels, BtL fuels = biomass to liquid fuels, BtG fuels = biomass to gaseous fuels, WtX fuels = waste to liquid or gaseous fuels, WtL fuels = waste to liquid fuels, WtG fuels = waste to gaseous fuels, PtX fuels = power to liquid or gaseous fuels, PtL fuels = power to liquid fuels, PtG fuels = waste to gaseous fuels, e-fuels = fuels based on renewable electric power

The term “**synthetic fuels**” is usually used when synthesis gases occur as an intermediate stage in the respective production process line. Examples for synthesis gases are

mixtures of hydrogen (H₂) with carbon monoxide (CO) or carbon dioxide (CO₂). Synthesis gases can occur in multiple production lines and they are not limited to any group of the alternative fuels (BtX, WtX, PtX and hybrids) mentioned above.

Due to the high share of 98% liquid fuels in the German fuel market, as mentioned above, it is obvious that **liquid alternative fuels will play the major role in the alternative fuel area**. A comprehensive description of current developments and technologies for the production of advanced liquid alternative fuels including their technology readiness levels and their synergy potentials is given in a position paper of ProcessNet, a joint initiative of DECHEMA and VDI-GVC (ProcessNet, 2018).

From the chemical point of view, typical examples for **liquid alternative fuels** are:

- FAME (fatty acid methyl esters), e.g. biodiesel
- liquid hydrocarbons: e.g. paraffinic fuels, Fischer-Tropsch-fuels, HVO (hydro-treated vegetable oils) or HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids)
- alcohols: e.g. ethanol, methanol, butanol etc.
- ethers: e.g. OME (oxymethylene ethers), DME (dimethyl ether) etc.

But alternative fuels also include gaseous fuels. Typical examples for **gaseous alternative fuels** are:

- H₂ (hydrogen)
- CH₄ (methane)
- NH₃ (ammonia)

The importance of gaseous alternative fuels is expected to increase due to their high potential for the reduction for GHG emissions. One large area here is the H₂-driven fuel cell technology. Another one is the application of biomethane or synthetic methane (CH₄) for CNG (compressed natural gas) cars, LNG (liquefied natural gas) trucks or LNG ships. In those cases, the methane of the natural gas is replaced by biomethane or synthetic methane. “Biomethane” means that the carbon source is biomass. This can be biogas, for example. “Synthetic methane” is a synthetic fuel, produced by synthesis from H₂ and CO₂, independent from the source of the CO₂. Just in case the CO₂ is biogenic, e.g. derived from biogas, then the synthetic methane is a biomethane at the same time. Finally, ammonia should also be mentioned. Ammonia as an energy carrier is a quite new idea. For example, it could be applied as a hydrogen source for fuel cell technology approaches.

3.2 The German Situation in the European Context

Starting with the discussion of the status quo, the current share of biofuels already in the German market is about 3.4 Mt or 112 petajoule (PJ), based on 2017 (MWV, 2018). These biofuels, mainly biodiesel and bioethanol, are already making

a significant contribution to reducing transport CO₂ emissions. In 2017, emissions savings from biofuels amounted to 7.7 Mt of CO₂eq (BLE, 2019), which is equivalent to 4.54% emission reduction resulting in 161.8 Mt CO₂eq emissions for UBA (UBA, 2019), calculation see below Table 2. The tendency is increasing due to 8.2 Mt CO₂eq emission reduction in 2018, related to the same base value for fossil fuels of 83.8 g CO₂eq/MJ (BLE, 2019).

Thus, current biofuels are already performing significantly better than the legal requirement of 4% GHG emission reduction for the years 2017, 2018 and 2019 by German law (BImSchG, 2014). According to the same law, the emission reduction by biofuels has to be 6% from 2020. This increase should be possible due to further potential and improving GHG emission reduction efficiency of biofuels.

The average efficiency of biofuels for GHG emission reduction reached a high level of 83.8% by 2018 (BLE, 2019). One reason for this excellent performance is an increasing share of waste based biofuels. As an example, in 2018, 40% of the biodiesel in Germany was produced from waste, such as used cooking oil (UCO) (BLE, 2019). Correspondingly, there are already both kinds of biofuels in the market, 1G biofuels based on agricultural crops and 2G biofuels based on waste and residues.

According to the recast of the Renewable Energy Directive of the European Union (RED II), 1G biofuels with high indirect land-use change-risk (ILUC-risk), already limited to the respective level of 2019 as a maximum, shall be gradually reduced to zero from beginning of 2024 until end of 2030 at the latest (EU, 2018).

But obviously unexpectedly, phasing out 1G biofuels according to RED II and replacing them by 2G biofuels would have an adverse effect on GHG emission reduction. Much better would be retaining the current level of 1G biofuels and realization of further GHG emission reduction by additional implementation of 2G biofuels. This was clearly shown by a study of the Hamburg University of Technology (Buchspies and Kaltschmitt, 2018). The main reason of the negative effect of phasing out 1G biofuels is their coupling with feed, as 1G biofuels are by-products of feed production. In case of phasing out 1G biofuels, the feed provision needs to be additionally covered.

According to the considerable and indispensable performance of existing biofuels for GHG reduction in the transport sector, an important recommendation for action to policymakers must be:

- *Phasing out 1G biofuels according to RED II would be a big mistake in climate policy. On this point, RED II urgently needs to be revised.*

- *Thus, 1G biofuels must be retained at the current level. Further GHG emission reduction should be realized by additional measures such as the implementation of 2G biofuels, waste-based fuels, e-fuels and others.*

4 The CO₂ Emission Reduction Potential of Different Measures

In the Climate Protection Programme (CPP) 2030 of the German Government, published as a key issues paper on 20 Sept. 2019 (Bund, 2019a) and published as a detailed working plan on 9 Oct. 2019 (Bund, 2019b), there are different measures listed for the reduction of GHG emissions until 2030 within the framework of the Climate Protection Plan 2050.

The German 2030 target for the transport sector is the reduction of CO₂ emissions by 40 to 42% compared to 1990 (Bund, 2019a+b). The German CPP 2030 assumes 163 Mt CO₂eq for 1990 (Bund, 2019a+b) in small deviation to the UBA data giving 164.3 Mt CO₂eq for 1990 (UBA, 2019). **The target corridor for the emissions in 2030 shall be between 98 and 95 Mt CO₂eq (Bund, 2019a+b).**

In 2017 the transport sector emitted 168 Mt CO₂eq (UBA, 2019). **Hence, the annual quantity emitted must be reduced by 70 to 73 Mt CO₂eq by 2030 compared to 2017.** This represents a reduction by 47 to 48% compared to 2017 being a major challenge.

With all these data related to the transport sector, it must be noted that the German share of both international aviation and shipping is not included (UBA, 2019). Thus, measures for the CO₂ emission reduction in these two areas are not covered by the national CPP 2030.

Related to the transport sector, the following measures are listed in the key issues paper (Bund 2019a):

- Measure 14: Expansion of the charging point infrastructure for electric mobility
- Measure 15: Promotion of the changeover to electric cars
- Measure 16: Fuel mix and development of advanced biofuels
- Measure 17: Increasing the attractiveness of public transport
- Measure 18: Expansion of cycle paths
- Measure 19: Increasing the attractiveness of rail passenger transport
- Measure 20: Strengthening rail freight transport
- Measure 21: Capital increase in the company Deutsche Bahn
- Measure 22: Putting low-CO₂ trucks on the road
- Measure 23: Modernisation of inland waterway transport and use of shore-side electricity in ports
- Measure 24: Development of electricity-based fuels (e-fuels)
- Measure 25: Digitalisation of the mobility

- Measure 26: Consistent CO₂-related reform of the motor vehicle tax
- Measure 27: Making rail travel cheaper, flying more expensive
- Measure 28: Model projects for annual public transport tickets

In the detailed working plan (Bund 2019b) the measures listed above are assigned to the following political fields of action:

- Public transport, cycle and foot traffic (measures 15, 17, 18, 19, 21, 27 and 28)
- Alternative fuels (measures 16 and 24)
- Freight transport (measures 20 and 23)
- Passenger cars (measures 14, 15, 26)
- Commercial vehicles (measure 22)
- Digitalisation (measure 25)
- Annual Tax Act 2019 (measure 15)

Related to the transport sector, the German CPP 2030 is neither balanced nor technology-neutral. There is a clear focus on electric mobility. Five of the seven political fields of action (public transport, passenger cars, commercial vehicles, digitalisation and Annual Tax Act 2019) are predominantly dedicated to electric mobility (measures 14, 15, 22, 25 and 26). The following concrete targets and measures illustrate this (Bund, 2019a+b):

- Setting a specific target number corridor of 7 to 10 million electric vehicles until 2030.
- Exemption from vehicle tax for electric cars, including plug-in hybrids, to be extended until 2030.
- Reduction of company car tax for electric cars, including plug-in hybrids, to be extended to 2030.
- Extension of the purchase premium for electric and fuel cell cars beyond 2021 and its increase for cars below 40,000 €.

However, there is no corresponding programme for alternative fuels. Only two measures (measure 16 and 24) have been attributed to alternative fuels, addressing just two types of them, biofuels and e-fuels (PtX fuels). Important variants, such as waste-based fuels (WtX fuels) and hybrids according to the list above, are missing. The information on the promotion of alternative fuels remains vague. The only concrete information is negative, as 1G biofuels are not to be additionally supported. Moreover, there is no plan for the ramp-up of alternative fuels. Regarding target shares of advanced biofuels there are vague references to the subquotas of RED II.

It must be noted that the RED II subquotas for advanced biofuels are nearly irrelevant due to the low level of 0.2% in 2022, 1% in 2025 and 3.5% in 2030, respectively based on the energy consumption in the transport sector (EU, 2018).

The potential of German biomass sustainably available for bioenergy is given by a range of 1,000 to 1,200 PJ/a (Bund, 2019a+b). Taking a sustainable import potential into account, the total biomass potential exceeds 1,500 PJ/a (Bonaldo, 2019). But no potential for biofuels is derived from this in the CPP 2030. A cautious estimate could be 500 PJ/a biofuels by 2030. To get a feeling for the magnitude, one may compare this level with the current German biofuel consumption of 112 PJ/a and the final energy consumption for transport of 2,805 PJ/a in 2017 (MWV, 2018).

This imbalance and lack of technology neutrality in the German Climate Protection Programme (CPP) 2030 regarding the transport sector in favour of electric mobility seems to be a big mistake. Policymakers should note that the following problems could be caused:

- *Important options for GHG emission reduction remain unused*
- *Jobs are lost unnecessarily*
- *Unnecessary costs are incurred*
- *Resource bottlenecks threaten*

As will be shown below, the focus of the German CPP 2030 regarding the transport sector has obviously been prematurely placed on electric mobility without having sufficiently examined its effectiveness for climate protection and its economic, social and financial consequences.

4.1 Economic, Social and Financial Issues

The **economic and social** consequences indicated by considerable **job losses** as a result of the exaggerated focus on electric mobility are already evident today. This affects above all the medium-sized suppliers in the automotive industry. The leading automotive supplier Bosch has already started to cut jobs, for example (Manager-Magazin, 2019a+b). According to a study of the BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) by Rudi Kurz, a professor of economics in Pforzheim, 360,000 jobs threaten to be lost in the next ten years in Germany's automotive industry (Spiegel, 2019). An advisory committee of the German Government sees even 410,000 jobs at risk (Handelsblatt, 2020). New jobs in electromobility depend in particular on whether it is possible to quickly establish a leading battery production industry in Germany. However, this is questionable in view of Asia's technological lead in this area. And even if these efforts were successful, these new jobs would not be able to compensate for the massive loss of jobs in the conventional supply industry. Moreover, the global market opportunities for battery electric mobility are unclear since China has started a strategy switch from battery electric mobility to hydrogen fuel cell mobility and synthetic fuels (Focus, 2019). This change in China's strategy

could become a major problem for the German automotive industry in the medium term, if it is going to focus solely on electric mobility in the future.

The detailed working plan of the CPP 2030 (Bund, 2019b) admits that **employment effects** in the transport sector are not yet adequately analysed. The paper notes that, with regard to the transport sector, needed results of both the working group 4 of the national platform future of mobility (NPM, 2019) and the German Concerted Action on Mobility are still missing (Bund, 2019b).

A further aspect of **economic and social** consequences are issues in other countries, where raw materials such as lithium and cobalt are extracted for battery production. One point is the critically high water demand for the lithium extraction in the Andes Mountains of South America. Another point could be the inhumane working conditions in copper mining for cobalt production in the Democratic Republic of Congo. Furthermore, the resources of cobalt are very limited. Therefore, cobalt counts as a critical raw material and is likely to become a **resource bottleneck** for future battery production. (EU, 2017)

The next critical point focusing on electric mobility only is the **financial** cost situation. In view of the above listed measures for supporting electric cars planned by the German Government, such as exemption from vehicle tax, reduction of company car tax as well as extension of the purchase premium, combined with incentives for the ramp-up of renewable power generation, it is clear that an enormous financial burden will be imposed on Germany. As one example, the purchase premium for electric cars including plug-in hybrids illustrate the magnitude. The German Government and the automotive companies will pay up to 6,000 € (each 50%) purchase premium per electric car (Bund, 2020). For an assumed number of about 700,000 electric cars until 2025 there are 2.1 billion € allocated by the Government. But this is far away from the target corridor of 7 to 10 million electric cars in 2030. This would cost the Government up to **30 billion €**.

The absurd amount of this subsidy becomes clear when compared with a CO₂ price for diesel fuel assuming the following boundary conditions:

- CO₂ price of 30 €/t representing roughly an average between 2021 and 2030 according to the German CPP 2030 (Bund, 2019a+b)
- 2,64 kg CO₂ emission per litre resulting from the emission factor of 3.167 kg CO₂ per kg for fossil diesel fuel (UBA, 2016) and the standard diesel density of 0,833 kg/litre
- 6 litre diesel per 100 km as an average fuel consumption of the car
- resulting in 0.158 kg CO₂ emission per km for pure fossil diesel fuel

Hence, the 6,000 € purchase premium subsidy for an electric vehicle corresponding to the price for 200 t of CO₂ would represent the full CO₂ price for about 1.3 million km car driving with pure fossil diesel fuel. This is much more than a normal diesel car can reach in his operation life time.

Much more costs come on top for transport electrification by car tax reductions, renewable power extension, building up the charging infrastructure and so on. An analysis of costs for different scenarios is given by a BDI study (BDI, 2018), for example. A study of Economic Trends Research (ETR) has analysed the financial support of a battery-electric vehicles (BEVs) compared to a car with a combustion engine, using the example of a Golf type car from Volkswagen (VW) (ETR, 2019). Based on this study, the German Association of the Mineral Oil Industry (MWV) has calculated the loss of revenue for the German state. The MWV comes to the result that the support measures already adopted alone would cost the German state reduced revenues of around 13,000 € for one BEV or **130 billion €** for 10 million BEVs (MWV, 2020).

The ETR study has identified even **further cost-relevant measures** that favour BEVs and burden cars with combustion engines. The most important measure is the EU fleet regulation for CO₂ emissions (EU, 2019). From 2020, the average CO₂ emissions of a manufacturer's vehicles may only be 95 g CO₂ per kilometer and vehicle (fleet limit value). For every additional g of CO₂ per km, the manufacturer must pay a fine of 95 € per new vehicle sold. BEVs are counted with zero CO₂ emission, but renewable fuels do not count at all. This is a very strong and completely unjustified discrimination of renewable fuels in favour of electric mobility. As will be shown in the following sections, on the one hand renewable fuels are an indispensable option for action in climate protection (see section 4.2). On the other hand, the assumption "zero CO₂ emission" for BEVs is far from reality. A well-to-wheel (WTW) consideration should be taken into account here (see section 5).

Adding up all the benefits for BEVs and costs for cars with combustion engines, the ETR study comes to a difference between these car variants of more than **27,000 € per vehicle in favour of BEVs**. With this amount, **renewable fuels could be promoted with up to more than 4 € per litre** over a 12-year operation period for example assuming a Golf class gasoline car with 11,000 km/a and 4.8 liters/100 km resulting in 6,336 liters (ETR, 2019; MWV, 2020). Such a promotion of renewable fuels would even make the production of expensive variants such as e-fuels economically viable. In a study by Prognos and others (Prognos et al., 2018), various scenarios for the development of e-fuels are also presented. According to these scenarios, the production costs will decrease significantly in the future. In 2030, these could be between 1 € and 1.75 € per litre.

As a note for policymakers, it becomes clear that the electrification of the transport sector is socially, ecologically and financially highly questionable. Furthermore, it is an economically risky approach in view of the threat of resource bottlenecks, and it is also an extremely expensive scenario. It would be much cheaper to make full use of the existing infrastructure by introducing alternative fuels. Liquid alternative fuels would also bring the major advantage of integrating the large existing fleet into immediate CO₂ emission reduction. At European level, a correction of the fleet limit value system appears to be a priority. There is an urgent need to allow the crediting of renewable fuels so that this important potential of suitable technologies for effective climate protection in the transport sector is not lost.

4.2 Climate Protection Issues

An additionally very important point is the check of the **GHG emission reduction performance** of the intended measures of the Government. It would be tragic if costly measures with negative financial, economic and social consequences were to be taken, with poor performance in the end. Therefore, the real GHG mitigation performance of the intended measures is to be investigated.

Regarding measure 25 “**Digitalisation**” the GHG mitigation performance is very questionable. This measure means the digital networking of electric vehicles in order to optimise the traffic flow. On the one hand, this might reduce the energy demand of electric vehicles a little bit due to some enhancement of the traffic efficiency. But on the other hand, it will increase the amount of data to be processed tremendously. Accordingly, the power consumption for the necessary server services and the associated CO₂ emissions will increase strongly. Due to calculations of Tilman Santarius, two million autonomous driving cars alone would generate the same amount of data as half of the world population today (Stern, 2018).

For the sake of clarity, the analysis of further measures will be summarised in groups. According to the above mentioned BDI study (BDI, 2018), the **GHG emission reduction in the transport sector can be based on the following four pillars:**

- Pillar 1: Shift of transport from road and air to rail and water
- Pillar 2: Reduction of energy consumption by increasing the efficiency of the drive systems
- Pillar 3: Introduction of new drive systems
- Pillar 4: Increasing the share of renewable fuels in the fuel mix

Pillar 1 “Transport shift” is related to eight measures and thus most of the above listed measures of the German CPP 2030: measures 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27 and 28. There is no doubt about the positive GHG mitigation effect of pillar 1 “Transport shift” and the related measures of the German CPP 2030. But unfortunately, the effect

of this transport shift is expected to be very limited. The BDI study calculates reductions just by **7 Mt CO₂ for pillar 1** (BDI, 2018). The theoretical potential of this pillar is much higher. If it were possible to shift heavy freight traffic alone from road to rail, savings of more than 20 Mt CO₂ could be achieved (BDI, 2018). Other measures such as increasing cycling in urban areas can help here.

Pillar 2 “Efficiency” is not related to the measures of the German CPP 2030, perhaps with the exception of measure 25 “Digitalisation”. But as discussed above, digitalisation cannot really be expected to contribute significantly to CO₂ mitigation. **Moreover, the effectiveness of efficiency enhancement (pillar 2) may be doubted in principle because of underestimated rebound effects** (Santarius, 2014). Without considering rebound effects, the BDI study optimistically calculates reductions by **15 Mt CO₂ for pillar 2** (BDI, 2018).

Another aspect of efficiency should be addressed here. It is often cited as an argument for electric mobility and against renewable fuels that the electricity requirement for BEV driving is lower than for the production of e-fuels. The first point is, that there are a lot of other variants of renewable fuels, such as BtX and WtX as well as hybrid-PtX (see section 3.1), which need much less electric power for their production than BEV driving. The second point is, that Germany is an energy-importing country and will remain so in the future. In this respect, future imported energy should be renewable, for example in form of renewable fuels such as hydrogen or e-fuels produced in countries with an excess supply of renewable energy. In this case, it would be much more efficient to use these imported renewable fuels directly in fuel-cell cars or cars with combustion engines than to convert these fuels into electric power in order to drive BEVs.

Pillar 3 “New drive systems” is related to five measures of the German CPP 2030: measures 14, 15, 22, 25 and 26. In the German CPP 2030, almost only electric mobility is addressed as “new drive systems”. In contrast to the BDI study (BDI, 2018), in this paper pillar 3 is assigned to electric vehicles alone, since mobility based on hydrogen as a gaseous renewable fuel is treated in pillar 4 “renewable fuels“. In the following model calculation, only BEVs as passenger cars are considered for pillar 3. Deviations from this simplified model calculation due to effects of other electrification options such as plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) instead of BEVs or electrification of road freight transport are expected to be minor. On the one hand, PHEVs instead of BEVs would just correspond to a less-electrification scenario. Electrification of road freight transport, on the other hand, for example by electric overhead lines on the motorway, could improve the situation somewhat. But this has not been considered in detail here, because a significant electrification of road freight transport would be neither likely nor purposeful. It would be far better to shift road

freight transport to rail. In this sense, such an electrification of the road freight transport would just reduce the potential of pillar 1 “transport shift”.

According to international agreement, for the calculation of the CO₂ emission reduction in the transport sector, BEVs are counted with zero CO₂ emission. But as shown in section 5 below, this approach is far away from reality due to high CO₂ emissions for the construction of batteries and for the production of the electric power mix. **That means, other sectors such as the industry sector for the battery production and the power sector for the power mix production have to bear the CO₂ burden caused by electric mobility in the transport sector. Hence, the GHG export of measures in pillar 3 would be high (see section 5).**

Regardless of this, the CO₂ saving potential of electric mobility for pillar 3 is initially calculated according to the official regulation with zero CO₂ emissions, the so-called **sectoral approach**:

Then, the target corridor of 7 to 10 million electric cars in 2030 would replace 7 to 10 million conventional cars. The average annual CO₂ emission of one conventional car in 2017 was 2.44 t CO₂, according to the sectoral approach (calculation see Tab. 1 and 2). Hence, 7 to 10 million electric cars counted with zero emission for the transport sector would save around **17 to 24 Mt CO₂ for pillar 3** by imputation. The real burden of CO₂ emissions by electric cars to be exported to other sectors is calculated in section 5 below.

Fuel	Fuel consumption of passenger cars in m ³ in 2017 (BMVI, 2018)	Standard density in t/m ³	Fuel consumption of passenger cars in t in 2017	Combustion factor in t CO ₂ per t fossil fuel (UBA, 2016)	CO ₂ emissions of passenger cars in t for fossil fuels in 2017
Gasoline	25.8 million	0.748	19.3 million	3.171	61.2 million
Diesel	21.1 million	0.833	17.6 million	3.167	55.7 million
Sum					116.9 million

Table 1: Calculation of the average annual CO₂ emissions of conventional passenger cars for fossil fuels in 2017 according to the sectoral approach

CO ₂ emissions of passenger cars in t for fossil fuels in 2017	Relative CO ₂ savings by biofuels in 2017 (calculation see below)	CO ₂ emissions of passenger cars in t for real fuels in 2017	Number of passenger cars in 2017 (BMVI, 2018)	Average CO ₂ emission of one passenger car in t for real fuels in 2017
116.9 million	4.54%	111.6 million	45.8 million	2.44

Table 2: Continuation of Table 1: Calculation of the average annual CO₂ emission of one conventional passenger car for real fuels including biofuels in 2017 according to the sectoral approach

With: Relative CO₂ savings by biofuels in 2017 = reduced amount of CO₂ / CO₂ emissions of fossil fuels for road transport = reduced amount of CO₂ / (CO₂ em. of real fuels for road transp. + reduced amount of CO₂) = 7.69 Mt CO₂ (BLE, 2019) / (161.8 Mt CO₂ (UBA, 2019) + 7.69 Mt CO₂) = 0.0454 = 4.54%

Pillar 4 “Renewable fuels” (liquids and gases) is related to just two measures of the German CPP 2030: measures 16 and 24. Thus, pillar 4 is underrepresented in this programme, in spite of being the most important pillar according to this work. As with electric mobility according to the sectoral approach applied here, renewable fuels are counted with zero CO₂ emission in the transport sector. But unlike battery electric mobility, the real CO₂ savings from renewable fuels are actually not that far away from 100%. Already today, the average CO₂ saving of biofuels on the market is 83.8% and for purely waste-based biofuels well above 90% (BLE, 2019). The sustainable potential of renewable fuels by 2030 has been recently calculated for Germany by a study of the DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum) (DBFZ, 2019). The ramp-up scenario according to this study is shown in Fig. 2.

The status quo for biofuels in Fig. 2 is in the range of 110 PJ, which fits well with the above mentioned 112 PJ according to MWV, based on 2017 (MWV, 2018). As indicated in Fig. 2 the potential of **renewable fuels** reaches nearly 650 PJ **by 2030**, hence, **about 540 PJ more than 2017**. According to UBA for the sectoral approach, the CO₂ emission factor is 73.1 t CO₂/terajoule (TJ) for fossil gasoline and 74.0 t CO₂/TJ for fossil diesel fuel (UBA, 2016). Taking a share of 766 PJ gasoline and 1620 PJ diesel fuel in 2017 into account (MWV, 2018), the average CO₂ emission factor of fossil road transport fuels in 2017 was about 73.7 t CO₂/TJ.

Hence, **the 540 PJ additional renewable fuels in 2030 represent a saving of about 40 Mt CO₂**, if counted with zero emission like electric mobility according to the sectoral approach.

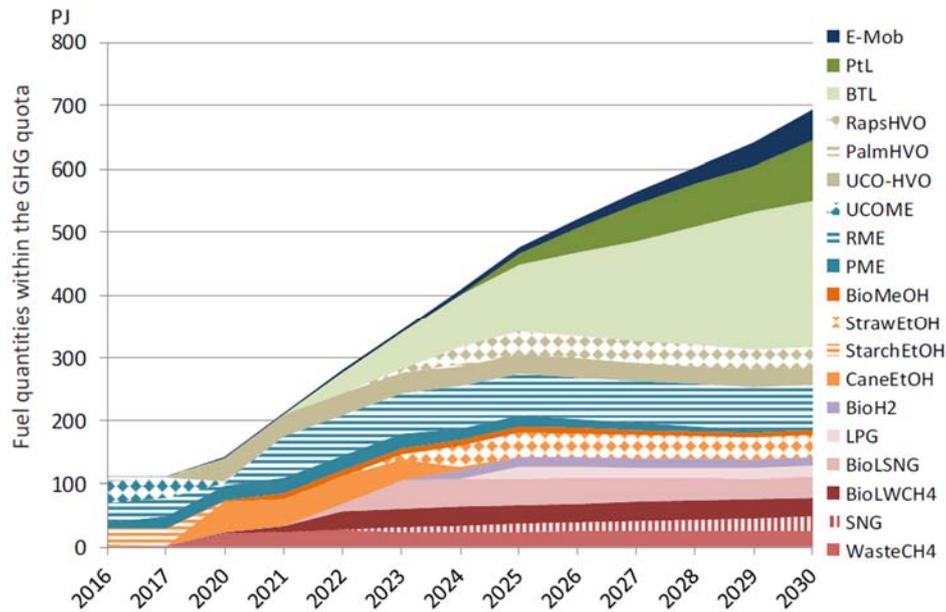


Figure 2: Ramp-up scenario for renewable transport options until 2030 (DBFZ, 2019)

According to surveys at European and international level, the raw material potential for Germany is sufficiently available to sustainably realise a ramp-up of renewable fuels, as shown in Fig. 2, even beyond 2030, if an appropriate import potential is used (IRENA, 2016; S2Biom, 2016; SGAB, 2017; BDI, 2018; Prognos et al., 2018; DBFZ, 2019; UFOP, 2020). The associated technologies are available (ProcessNet, 2018). However, scaling the technologies takes time and needs substantial financial support. Reliable and incentive-creating boundary conditions from the political side are urgently needed for this.

Table 3 summarises the results for the CO₂ saving potential of the four pillars in the German transport sector. Accordingly, **it could be possible to save 79 to 86 Mt CO₂eq in the German transport sector by 2030, compared to 2017**. It should be noted that, in contrast to the BDI study (BDI, 2018), here “renewable fuels” include both liquids and gases, the latter including hydrogen and methane.

This CO₂ saving potential has to be compared with the CO₂ saving target according to the German CPP 2030. As discussed above, the annual German transport CO₂ emissions must be reduced by 70 to 73 Mt down to a level of 98 to 95 Mt in 2030 compared to 2017. In orientation to the BDI study (BDI, 2018), **for further calculation a saving of 71 Mt CO₂ down to a target level of 97 Mt CO₂ in 2030 is assumed, based on 2017**.

Pillar	CO ₂ saving in t by 2030	Source
Pillar 1 “Transport shift”	7 million	(BDI, 2018)
Pillar 2 “Efficiency”	15 million	(BDI, 2018)
Pillar 3 „New drive systems“ (electric vehicles)	17 to 24 million	This work
Pillar 4 “Renewable fuels” (liquids and gases)	40 million	This work
Sum	79 to 86 million	

Table 3: CO₂ saving potential of the four pillars of CO₂ mitigation in the transport sector by 2030 according to the sectoral approach

With pillar 3 values: 17 million t CO₂ saving for 7 million electric cars by 2030
or 24 million t CO₂ saving for 10 million electric cars by 2030

However, further increases in traffic, especially in freight transport, must be considered additionally. For the decade 2020 to 2030, the BDI study assumes a traffic increase of 15 Mt CO₂ compared to 2015 (BDI, 2018) or 8 Mt CO₂ compared to 2017. Hence, this results in **total savings in CO₂ emissions of 71 + 8 = 79 Mt CO₂ between 2017 and 2030.**

According to Tab. 3, these required 79 Mt CO₂ could be saved by 2030 for both the 7 million electric cars scenario and the 10 million electric cars scenario. **Here, the scenario with as few electric cars as possible is preferable, since the actual CO₂ reduction performance of electric mobility is much worse than that of renewable fuels, as shown in section 5 below.** Therefore, the 7 million electric cars scenario is preferred and illustrated in Fig. 3. But even the unfavourable 10 million electric cars scenario would not change the picture significantly with minus 24 Mt CO₂ by electric vehicles and minus 33 Mt CO₂ by renewable fuels. **In any case, renewable fuels must bear the main burden of CO₂ savings in the transport sector.**

Thus, as results for policymakers, pillar 4 “Renewable fuels” will be the most important pillar for the CO₂ reduction measures of the transport sector. In order to relieve both pillar 3 “Electric vehicles” and pillar 4 “Renewable fuels”, it would be highly desirable to achieve a significant increase in the savings of pillar 1 “Transport shift” towards 20 Mt CO₂. Unfortunately, the benefit of pillar 2 “Efficiency” is very uncertain because rebound effects are to be expected. Finally, in this context it should be noted that the measure “Digitalisation” cannot really be regarded as a climate protection measure for the transport sector, as it would very likely increase CO₂ emissions by increasing power demand for big data processing.

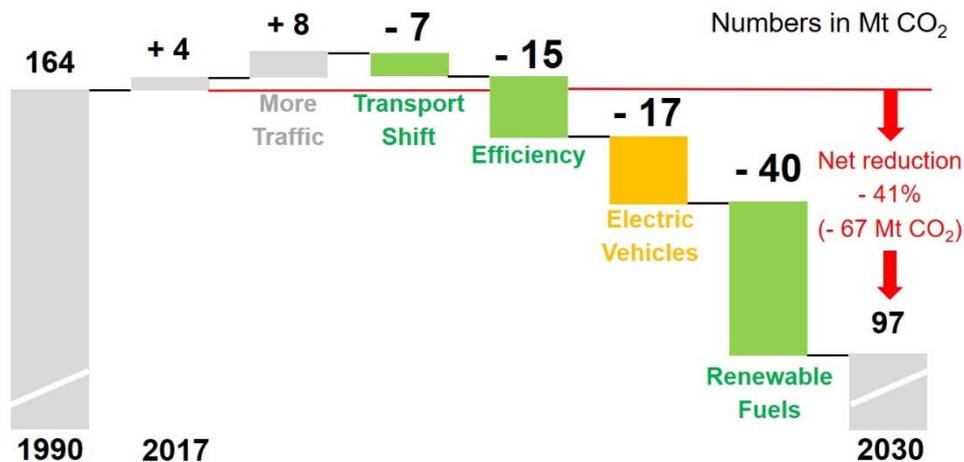


Figure 3: CO₂ reduction potential of different measures in the German transport sector

With: “Renewable fuels” including both liquids and gases; Mt = megatonnes = million tonnes; green coloured columns = measures with no or low GHG export to other sectors or countries; orange coloured column = measures with high GHG export to other sectors or countries

5 The Real CO₂ Emission Reduction Performance of BEVs

Based on the examination of various climate protection measures in section 4, it turns out that the electrification of road transport by BEVs could be the most critical option. Therefore, this extra section is dedicated to it, in particular to investigate its real performance for CO₂ reduction in more detail. Real performance means the WTW performance considering the CO₂ emissions of the upstream chains.

Different studies have calculated the WTW CO₂ emissions of BEVs including the battery production and the power mix generation in comparison with other mobility options. Recently published examples are a study of the Joanneum Research in Graz (JR, 2019; ADAC, 2019a+b) and a study of the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (Fraunhofer-ISE, 2019).

The Joanneum Research study (JR, 2019; ADAC, 2019a+b) compares vehicles of the Golf class, i.e. vehicles of the size of a Golf type car from VW. With respect to the diesel car, the study considers 7 vol% of biofuels in the diesel fuel. Regarding the electric power for the BEV, the study assumes the official CO₂ emission factor of the German power mix for the starting year 2019 of 580 g CO₂eq/kWh electric power (Bund, 2018). The study further assumes increasing shares of renewable energy in the future power mix, resulting in an optimistic lower CO₂ emission factor of 435 g CO₂eq/kWh by 2030, for example. It should be noted, that the Joanneum Research study does not consider increasing shares of biofuels in the diesel fuel, even ignoring the current legal increase in the proportion of biofuels from 4% to 6% GHG

savings from the beginning of 2020 (BImSchG, 2014). Under these boundary conditions in favour of BEVs the Joanneum Research study concludes that the BEV emits more CO₂ than a diesel vehicle up to a distance of 219,000 km. Only above 219,000 km does the BEV drive more climate-friendly than a diesel vehicle.

The Fraunhofer-ISE study (Fraunhofer-ISE, 2019) comes to a very similar result to the Joanneum Research study. In this case the study compares vehicles of a Hyundai Nexo SUV (Sport Utility Vehicle) size. Concerning a diesel car, the study assumes purely fossil diesel without any biofuel share throughout the whole operation period, which makes the diesel worse than it is today. Regarding the electric power for the BEV, the study assumes a very optimistic average CO₂ emission factor of 421 g CO₂eq/kWh for the decade 2020 to 2030. Thus, the assumptions of the Fraunhofer-ISE study are even more in favour of BEVs compared to the Joanneum Research study. Accordingly, the distance in the Fraunhofer-ISE study is somewhat shorter but still long at almost 160,000 km, until the BEV undercuts the diesel vehicle in CO₂ emissions. Another interesting result of the Fraunhofer-ISE study is that the use of hydrogen as an alternative fuel for operating fuel cell electric vehicles (FCEV) would produce slightly better results regarding CO₂ mitigation than a BEV during the next decade.

Despite these assumptions favouring BEVs (increasing renewable share over time on the power side, but not on the fuel side) in both studies, these very poor results regarding the CO₂ savings by BEVs come out.

Now these results are considered on the time line:

To convert these results from distance in km to time in years, an assumption has to be made about the average annual mileage. The average annual mileage of a German gasoline vehicle is currently about 10,900 km (BMVI, 2018). It can be assumed that BEVs provide less mileage because they are not suitable for long distances. If 10,000 km per year are calculated for an average BEV, then the results of the Fraunhofer-ISE study or the Joanneum Research study mean that it would take more than 16 or 21 years before a BEV even begins to save CO₂ emissions compared to a fossil diesel vehicle or to the status quo of a diesel vehicle respectively. The picture does not change that much, if even very optimistically more mileage for the BEV is assumed. Joanneum Research for example assumes 15,000 km per year (JR, 2018). But even then, it would take more than 14 years for a BEV to compensate for the additional CO₂ emissions for its production compared to a status quo diesel vehicle.

This enormous delay of more than 14 to 21 years in climate protection caused by BEVs corresponds to a “no-action” scenario lasting over more than 14 to 21 years. Such a delay contradicts the mathematics of climate protection. It is not

acceptable in view of the short time available for GHG reduction to zero. Accordingly, a BEV scenario for the transport sector is even worse than an 8.5 years “no-action” scenario (compare Fig. 1). This is illustrated in Fig. 4.

Measures with a delay effect beyond this period of 8.5 years should in principle be ruled out. **Under these boundary conditions the BEV measure would therefore no longer be suitable as an effective climate protection measure.** It would be too late for that.

Quite apart from this, such a period of 14 to 21 years would come to the limits of the lifetime of cars and batteries, especially against the background of the increasing use of rapid charging points, which place a particular strain on batteries. Moreover, the optimistic assumption of both studies that the renewable share in electricity will increase steadily until 2030 is by no means a matter of course for Germany. Realistically, one would even have to assume a deterioration in the German electricity mix in the next few years, as nuclear power plants are being shut down and will have to be replaced by fossil gas-fired power plants. The expansion of renewable electricity is not keeping pace with the planned increase in demand.

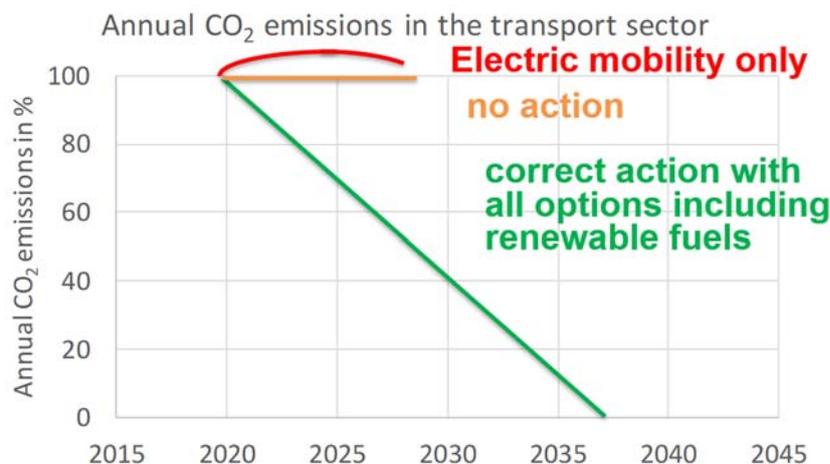


Figure 4: Scenarios “electric mobility only”, “no action” and “correct action” for CO₂ emissions in the German transport sector, according to a WTW analysis

Because of the importance and scope of the conclusions drawn from the results of the two studies of Joanneum Research and Fraunhofer-ISE, the following simple model calculation is intended to make the possibly much-doubted results of these studies plausible:

Two small cars, an Opel Corsa diesel vehicle and a Renault Zoe BEV, the currently best-selling BEV in Germany, shall be compared in the model calculation as examples.

The WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) fuel consumption of an Opel Corsa 1.5 Diesel Edition is 4.0 litres per 100 km (ADAC, 2020). Assuming pure fossil diesel fuel, the official emission factor of 95.1 g CO₂eq/MJ including upstream production chains (BLE, 2019) corresponds to an emission factor of 3.36 kg CO₂eq/litre at 25 C. the resulting **emission of the Opel diesel car** would be **134 g CO₂eq/km with pure fossil diesel fuel.**

For comparison the BEV is calculated: The power consumption of a Renault Zoe LIFE Z.E. 40, with a battery capacity of 41 kWh, is 20.3 kWh per 100 km including charging losses, according to an ADAC test (ADAC, 2018). With the official emission factor of 580 g CO₂eq/kWh for the German power mix in 2019 (Bund, 2018), the resulting **emission of the Renault BEV** would be **118 g CO₂eq/km without considering CO₂ emissions for the battery production, the so-called “battery rucksack”, coming on top.**

That means, **even without taking the CO₂ emission of the battery production into account, the CO₂ saving factor of the BEV is poor at 12%** compared to the fossil diesel car. In contrast, **the CO₂ saving factors of average biofuels are already much higher at 83.8% in 2018** with increasing tendency (BLE, 2019). Even assuming a very optimistic emission factor for electric power of about 400 g CO₂eq/kWh by 2030, the emission saving factor of the calculated BEV would not be better than 40% compared to a fossil diesel car. Thus, the CO₂ mitigation performance of renewable fuels will be much better than that of electric mobility in the long run.

Now, the additional CO₂ emissions for battery production of the BEV have to be considered. What counts is the difference of the CO₂ emissions between a BEV and a combustion car. According to the calculations of Joanneum Research (JR, 2019; ADAC, 2019) the production of a BEV with a battery capacity of 35 kWh emits around 5 t more CO₂eq than the production of a combustion car, based on a Golf-class. The Renault Zoe from this model calculation example has a battery with a slightly higher capacity of 41 kWh. In favour of the BEV, the same difference of 5 t CO₂ load is assumed for this calculation example. Thus, considering the difference of CO₂ emissions by driving being (134 – 118) g CO₂eq/km = 16 g CO₂eq/km, around 300,000 km would have to be driven to compensate for this additional load of the BEV battery rucksack compared to a pure fossil diesel car, if neither the power mix nor the fuel mix is changed over time. If increasing shares of renewable power in the next decade are assumed considering a CO₂ emission factor of 508 g CO₂eq/kWh as an average between 580 g CO₂eq/kWh for 2019 and 435 g CO₂eq/kWh for 2030 according to Joanneum Research (JR, 2019), then around 160,000 km or 210,000 km would be necessary to compensate the BEV battery rucksack compared to a car with fossil diesel fuel or with biofuel-diesel blend, the latter

with 6% less GHG emissions according to German law (BImSchG, 2014). These results of the simple model calculation show that the results of the above discussed studies by Joanneum Research and Fraunhofer-ISE are comprehensible, based on the given boundary conditions. This also supports the conclusion discussed above that BEVs can no longer be considered an effective climate protection measure for Germany.

Proponents of electric mobility, who could argue that battery construction emits less CO₂ than assumed by Joanneum Research and Fraunhofer-ISE, should note that even a very optimistic assumption of only half of the 5 t additional CO₂ emissions for the construction of a BEV compared to a diesel vehicle would not fundamentally change the picture. Then the delay effect of BEVs would still be in the range of unacceptable 7 to 11 years before the first CO₂ savings compared to the status quo would start. Even a delay of 4 years, for example, would be in contradiction to the mathematics of climate protection. Furthermore, the unilateral promotion of electric mobility would not include the large existing fleet in climate protection, which would again contradict the mathematics of climate protection. Finally, it should be noted that BEVs not only fail to meet the "no delay" criterion. The other two criteria essential for climate protection, "no GHG export" and "fast roll-out", could not be met in time either. Regarding the former criterion, the BEV concept would export significant CO₂ emissions both to the industrial sector or to other countries for battery construction and to the energy sector for electricity production. As far as the latter criterion is concerned, the BEV concept is basically not suitable for a fast roll-out throughout the world because, on the one hand, most countries lack the necessary infrastructure and renewable electricity and, on the other hand, raw material limitations such as cobalt and other rare elements stand in the way. The BEV concept is also fundamentally unsuitable for countries with large areas and long distances outside cities.

As results for policymakers it should be noted, that BEVs cannot be regarded as a climate protection measure in the transport sector at least during the next decade. More than the calculated CO₂ emissions saved in the transport sector according to the sectoral approach described in section 4 are exported to other sectors or countries where the batteries are built and the electricity is produced. The situation might get better, with increasing shares of renewable energy in the power mix. But the expected speed of expansion of renewable energy in the power sector is not keeping pace with the planned expansion of electric mobility. In view of the shutdown of nuclear power plants in Germany over the next three years, the situation will probably even worsen in the meantime, because the remaining coal-fired power plants will have to bear a heavier burden or new fossil fuel power plants in the form of gas-fired power stations must also be used.

6 Conclusion

The mathematics of climate protection shows that there is little time left to reduce greenhouse gases. In the case of a no-action scenario, the CO₂ budget for the 1.5-degree target will be exhausted in 8.5 years. In the case of a linear CO₂ reduction to zero, referred to as “correct-action” scenario, there are 17 years left. Therefore, humanity must not allow itself to make mistakes in the choice of measures for climate protection. The measures should at least meet the criteria “no delay”, “no GHG export” and “fast roll-out” as far as possible, as discussed in section 2.

A closer look at the regulatory framework and climate protection programmes in the transport sector reveals a lack of technological neutrality both at German and European level. There is thus an acute risk that the potential of important appropriate measures will be lost. A strong focus on electric mobility can be observed. For example, in Germany exorbitant financial resources are already planned to support the purchase of electric cars. On the other hand, there is no dedicated allocation of funds to support the introduction of renewable fuels. Rather, there are already legal frameworks that hinder the introduction of renewable fuels. These include the non-inclusion of the standard DIN EN 15940 in the new BImSchV (BImSchV, 2019), which means that paraffinic renewable fuels are strongly discouraged. On the European level the most critical measure is the EU fleet regulation for CO₂ emissions or the EU fleet limit value system (EU, 2019), where BEVs are counted with zero emission, but renewable fuels are not considered at all.

These rules in Germany and Europe need to be corrected urgently. In this respect, WTW data with the CO₂ emissions of the upstream chains should be considered.

A detailed analysis of the CO₂ reduction potential of various measures shows that renewable fuels will have to bear by far the greatest burden. It would be desirable if traffic shift from road to rail and water could also assume a larger share of CO₂ savings. Therefore, both renewable fuels and traffic shift should be promoted by political framework and regulations with particular intensity.

However, the effectiveness of some measures is doubtful. These include the digitalisation of traffic, which is likely to increase the power consumption for processing big data, but also improvements in drive system efficiency, which could possibly be neutralised by underestimated rebound effects.

A WTW analysis of the CO₂ reduction performance leads to the conclusion that battery electric vehicles (BEVs) fail as a climate protection measure due to a delay in real CO₂ savings of far too many years. Therefore, the delay stretches the duration of the no-action period too far and misses the “no delay” criterion. BEVs also miss the

“no GHG export” criterion by exporting more CO₂ emissions to other sectors or countries for the construction of the batteries and the production of the used electric power than is mathematically saved in the transport sector, according to the sectoral approach. Finally, a unilateral BEV concept also fails to meet the criterion “fast roll-out” because it ignores the different requirements and conditions of many countries, resource limitations and the participation of the large existing fleets. Accordingly, BEVs can no longer be considered an appropriate climate protection measure at least during the next decade in the context discussed.

It should be underlined that this analysis is not generally directed against electric mobility. It may have several advantages in urban areas, for example, which will not be denied here. This analysis is primarily concerned with performance in climate protection. In order to bring out the advantages of electric mobility without having to accept critical disadvantages, electric cars should in future be subject to the same strict sustainability criteria as renewable fuels are already today.

7 References

- ADAC (2018): Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC): Generation Elektro 2.0. ADAC motorwelt 11/2018 pp 18–24.
- ADAC (2019a): Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC): Durchwachsene Bilanz. ADAC motorwelt 11/2019 pp 24–28.
- ADAC (2019b): Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC): Elektroautos brauchen die Energiewende: Die Klimabilanz. ADAC 25.10.2019. Viewed on 03 Jan. 2020 from <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>.
- ADAC (2020): Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC): Diesel: Die sparsamsten Modelle aller Klassen. Viewed on 13 Jan. 2020 from <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/auto-kosten/die-sparsamsten-diesel-aller-klassen/>.
- BDI (2018): Analyse Klimapfade Verkehr 2030. Study of BCG (Boston Consulting Group) and Prognos for the BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie). Presented by BDI in Jan. 2018 in Berlin. Viewed on 03 Jan. 2020 from <https://bdi.eu/publikation/news/analyse-der-klimapfade-verkehr-2030/>.
- BImSchG (2014): Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG): Zwölftes Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 20. Nov. 2014.

- BImSchV (2019): Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV): Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2014/94/EU und weiterer immissionsschutzrechtlicher Rechtsakte der Europäischen Union (10. BImSchV). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2019 Teil I Nr. 50, Bonn, 19. Dez. 2019, 2739–2756.
- BLE (2019): Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2018. Bonn 2019.
- BMVI (2018): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Verkehr in Zahlen 2018/2019. Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg 2018.
- Bonaldo, F. (2019): Beschlusslage Klimaschutzgesetz: Das Maßnahmenkonzept der Bundesregierung für die Verpflichtungsperiode 2021 bis 2030. Presented by F. Bonaldo at the 6th BBE/UFOP seminar Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen und erneuerbarem Strom on 14 Nov. 2019 in Berlin.
- Buchspies, B.; Kaltschmitt, M. (2018): A consequential assessment of changes in greenhouse gas emissions due to the introduction of wheat straw ethanol in the context of European legislation. In: Applied Energy 211, pp 368–381.
- Bund (2018): Umweltbundesamt: Bekanntmachung nach § 5 Absatz 3 der Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Treibhausgas-minderung bei Kraftstoffen. Bundesanzeiger 30 Oct. 2018.
- Bund (2019a): Bundesregierung Deutschland (Klimakabinett): Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm. Key issues paper published on 20 Sept. 2019.
- Bund (2019b): Deutscher Bundestag: Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Printed matter number 19/13900 of 11 Oct. 2019.
- Bund (2020): Bundesregierung Deutschland: Kaufprämie für Elektroautos erhöht. Viewed on 18 Febr. 2020 from <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/kaufpraemie-fuer-elektroautos-erhoeht-369482>.
- DBFZ (2019): Untersuchungen zur Ausgestaltung der Biokraftstoffgesetzgebung. Study of the DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum). Presented by F. Müller-Langer at the International Congress Fuels of the Future on 21 Jan. 2019 in Berlin.
- ETR (2019): Economic Trends Research (ETR): Steuern und regulierungsbedingte Belastungen von Energie und Fahrzeugen für den mobilen Individualverkehr: Ein Up-date nach dem Klimaschutzplan 2030. Study on behalf of the MWV (Mineralölwirtschaftsverband Deutschland), Hamburg, Nov. 2019
- EU (2017): Study on the review of the list of Critical Raw Materials: Critical Raw Materials Factsheets. European Commission, Brussels, June 2017.

- EU (2018): Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast).
- EU (2019): Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, and repealing Regulations (EC) No 443/2009 and (EU) No 510/2011 (recast).
- Focus (2019): Es wäre ein Desaster für Volkswagen: China erwägt teilweise Abkehr vom Elektroauto. Focus 13.12.2019. Viewed on 03 Jan. 2020 from https://www.focus.de/finanzen/boerse/waere-ein-desaster-fuer-volkswagen-china-erwaegt-teilweise-abkehr-vom-elektroauto_id_11446352.html.
- Fraunhofer-ISE (2019): Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE: Treibhausgas-Emissionen für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge mit Reichweiten über 300 km. Study on behalf of H2 Mobility. Viewed on 03 Jan. 2020 from https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/ISE_Ergebnisse_Studie_Treibhausgasemissionen.pdf.
- Handelsblatt (2020): Autoindustrie Umstellung auf E-Mobilität gefährdet 410 000 Arbeitsplätze. Handelsblatt 13.01.2020. Viewed on 25 Jan. 2020 from <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/autoindustrie-umstellung-auf-e-mobilitaet-gefaehrdet-410-000-arbeitsplaetze/25405230.html?ticket=ST-1893331-EF0dAeWIEbXbLnqMqeJj-ap6>.
- IPCC (2018): IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C. 8 Oct. 2018.
- IRENA (2016): Boosting Biofuels – Sustainable Paths to Greater Energy Security.
- JR (2019): Joanneum Research (JR): Geschätzte Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch in der Lebenszyklusanalyse von Pkw-basierten Verkehrssystemen. Study on behalf of the ÖAMTC (Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touring Club), FiA (Fédération Internationale de l'Automobile) and ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club), Graz, Sept. 2019.
- Manager-Magazin (2019a): Bosch kündigt Stellenabbau an. Manager-Magazin 06.08.2019. Viewed on 03 Jan. 2020 from <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/volkmar-denner-bosch-chef-kuendigt-stellenabbau-an-a-1280626.html>.
- Manager-Magazin (2019b): Bosch streicht 1600 Stellen. Manager-Magazin 23.10.2019. Viewed on 03 Jan. 2020 from <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/robert-bosch-gmbh-stellenabbau-betrifft-1600-arbeitsplaetze-a-1292853.html>.

- MWV (2018): Mineralölwirtschaftsverband (MWV): Annual Report 2018.
- MWV (2020): Mineralölwirtschaftsverband (MWV): Market Entry Conditions of PtX Fuels – Recent Developments. Presented by C. Küchen at the International Congress Fuels of the Future on 21 Jan. 2020 in Berlin.
- NPM (2019): Reports of the German national platform future of mobility (NPM). Viewed on 12 Dec. 2019 from <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/>.
- ProcessNet (2018): Advanced alternative liquid fuels: For climate protection in the global raw materials change. Position paper of the working group Alternative Liquid and Gaseous Fuels of the ProcessNet, a joint initiative of DECHEMA and VDI-GVC. Viewed on 03 Jan. 2020 from https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/2018_alternativeBrennstoffe_en-p-20005513.pdf.
- Prognos et al. (2018): Prognos, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) and Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ): Status und Perspektiven flüssiger Energieträger in der Energiewende. A study on behalf of Institut für Wärme und Oeltechnik (IWO), Mittelständische Energiewirtschaft Deutschland (MEW), Mineralöl-wirtschaftsverband (MWV) und UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen.
- S2Biom (2016): Vision for one billion dry tonnes lignocellulosic biomass as a contribution to biobased economy by 2030 in Europe. Report D8.2, Nov. 2016.
- Santarius, T. (2014): Der Rebound-Effekt: Ein blinder Fleck der sozial-ökologischen Gesellschaftstransformation. GAIA 23/2, pp 109–117.
- SGAB (2017): EU Commission Sub Group on Advanced Biofuels (SGAB): Final Report. March 2017.
- Spiegel (2019): Umweltverband befürchtet Verlust von 360.000 Arbeitsplätzen in der Autoindustrie. Der Spiegel, 01.11.2019. Viewed on 03 Jan. 2020 from <https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/bund-befuerchtet-verlust-von-360-000-jobs-in-der-autoindustrie-a-1294431.html>.
- Stern (2018): Hungrige neue Welt – Die Digitalisierung ist überall. Um die Flut an Daten zu bewältigen, werden gigantische Mengen Strom gebraucht. Stern, 31 Oct. 2018, pp 71–74.
- UBA (2016): CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. Umweltbundesamt (UBA) publication June 2016.
- UBA (2019): National Trend Tables for the German Atmospheric Emission Reporting 1990 – 2017. Final version of the Umweltbundesamt (UBA) for the reporting period 2019.

UFOP (2020): Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (UFOP): UFOP Report on Global Market Supply 2019/2020.

Willner, T. (2001): The Key Role of Liquid Alternative Fuels for Climate Protection: Time is Running Out. In: Bioenergy No 7, 2019, pp 475–495.

Fuels from Waste and Hydrogen – The HAW Hamburg Approach

Prof. Dr. Anika Sievers

Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg), Ulmenliet 20,
21033 Hamburg, anika.sievers@haw-hamburg.de

Prof. Dr.-Ing Thomas Willner

Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg), Lohbrügger
Kirchstraße 65, 21033 Hamburg, thomas.willner@haw-hamburg.de

1	Introduction.....	292
2	X-Energy READiTM-PtL project of the HAW Hamburg	293
3	Conclusion and acknowledgement	301
4	References.....	302

Abstract:

The HAW Hamburg has developed an innovative reactive distillation technique, called READiTM process, in cooperation with the partner company Nexxoil. This process, a combination of non-catalytic thermal cracking and deoxygenation, offers the chance to convert a wide range of waste based raw materials into bio-oils. Characteristics of these bio-oils are low viscosity and low oxygen content. Due to that, they can be processed into liquid hydrocarbons as a basis for drop-in fuel production with comparatively little effort by hydrotreating. In the current READ-iTM-PtL project such a two-step approach of READiTM process (1st step) and hydrotreating (2nd step) is applied to use cooking oil (UCO). In this case, the intermediate bio-oil is called CVO (Cracked Vegetable Oil); the final hydrotreated product is called HCVO (Hydrotreated Cracked Vegetable Oil). Within this project a technical prototype plant with a capacity of 2 tons per week is to be built and operated.

JEL Classification: Q01, Q16, Q56

Keywords: Advanced alternative fuels, renewable fuels, biofuels, waste-based fuels, solvolytic reactive distillation.

1 Introduction

Approximately 95% of the global transport sector is still based on liquid fuels (IEA, 2017). These liquid fuels, such as diesel fuel, gasoline or jet fuel, are mainly pure hydrocarbons. Main reasons for this are very high energy density (see Fig. 1) as well as easy handling, transportation and storage at ambient temperature and pressure conditions. An ideal scenario would be the replacement of fossil hydro-carbon fuels by renewable alternative hydrocarbon fuels in so-called drop-in quality. In this case, the alternative fuels would be totally miscible with conventional fuels without any blend-walls, so that the existing infrastructure and engines could be used without any changes. Thus, advanced alternative liquid fuels in drop-in quality will gain importance for rapid reduction of green-house gas (GHG) emis-sions in future mobility. These alternative fuels should not compete with food, but be based on waste and renewable energy sources.

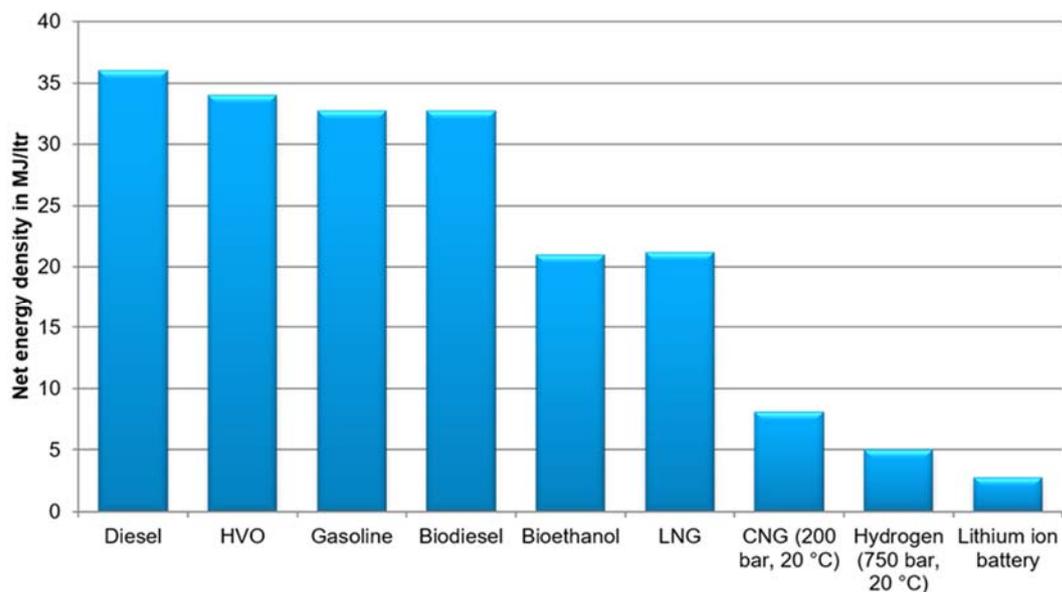


Figure 1: Energy density of different energy carriers in the transport sector (Aatola et al., 2008; Willner, 2011; Fritsche et al., 2012; DECHEMA, 2018; Fraunhofer, 2017)

HVO = Hydrotreated Vegetable Oil, LNG = Liquefied Natural Gas,
CNG = Compressed Natural Gas

One approach to a solution is the conversion of waste-based resources into liquid hydrocarbons. There are already well-known concepts for this. One is the direct one-step catalytic hydrotreating of oils and fats producing so-called HVO (Hy-drotreated Vegetable Oil). HVO products are already in the market (Aatola et al., 2008; DBFZ, 2017; Honkanen, 2019). Another established concept is the conver-sion of various feedstocks into liquid hydrocarbons via synthesis gas and Fischer-Tropsch (FT) syn-thesis. This concept is referred to as XtL (Resource X to Liquid) such as GtL (Gas to Liquid), BtL (Biomass to Liquid), WtL (Waste to Liquid) and PtL (Power to Liquid).

A review on advanced alternative drop-in fuel approaches including HVO, XtL and others is given by a DECHEMA position paper (DECHE-MA, 2018).

The quality of the hydrocarbon products of these concepts are very good. But there are still some challenges to be tackled, for example relatively high production costs (Kasten and Timpe, 2019; Ziem-Milojevic, 2019; Howes, 2020). In this respect HVO has advantages over XtL, but is still significantly more expensive than conventional fuels (Howes, 2020). Moreover, a specific problem of HVO is the lack of flexibility with regard to usable raw materials, as it is restricted to oils and fats or fatty acids. In addition, the raw materials for HVO production must be refined and cleaned so that the catalysts used are not deactivated by impurities (DBFZ, 2015).

Thus, there is potential for further improvement. In order to produce renewable hydrocarbons in sufficient quantities worldwide, more cost-effective processes with the widest possible range of applications are sought both on the raw material side and on the product side.

For about ten years, such a process, which offers this potential of flexibility with comparatively low process costs, has been researched and developed at the HAW Hamburg (Hamburg University of Applied Sciences) in cooperation with Nexxoil (Nexxoil GmbH, www.nexxoil.com). Nexxoil is a spin-off technology company of the HAW Hamburg. This is the so-called READi™ process, which can be used to produce high-quality bio-oils as a renewable petroleum substitute on the basis of residual and waste materials. Various input materials such as used cooking oil (UCO), used ship oils or plastic waste have already been successfully tested in lab scale.

A two-step process set-up, consisting of the READi™ process as a first step and a subsequent hydrotreating step, can produce drop-in fuel products. This article presents results of investigations on this concept, using the example of the conversion of UCO into such fuels.

2 X-Energy READi™-PtL project of the HAW Hamburg

The READi™-PtL project is a subproject of the joint X-Energy project of the HAW Hamburg (HAW, 2019). Project partner is Nexxoil. The current first phase of the project (2018 to 2021) includes lab scale investigations on a two-step conversion of UCO into renewable fuels and the construction of a READi™ process prototype plant with a capacity of 2 tons per week. In the planned second project phase (2021 to 2024) the process concept is to be transferred to another source of raw material such as plastic waste.

Fig. 2 shows the two-step concept of the conversion of UCO into drop-in fuels, which is to be investigated and realized within the READi™-PtL project of the HAW Hamburg. The target fuel will initially be a renewable drop-in diesel fuel product.

But the liquid hydrocarbon mixture produced can in principle also be processed into renewable drop-in products for all other known types of fuel, such as gasoline and jet fuel, as well as renewable hydrocarbons for the petrochemical industry, such as naphtha.

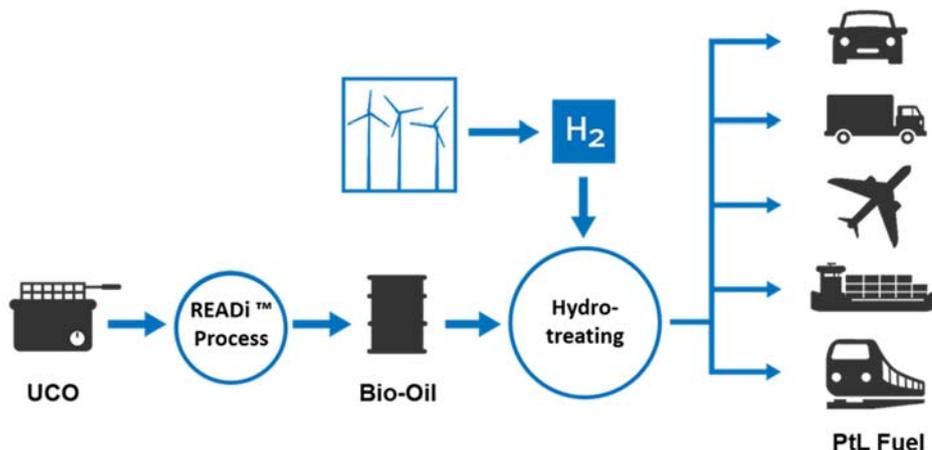


Figure 2: The two-step approach of the READi™-PtL project of the HAW Hamburg (HAW, 2019)

UCO = Used Cooking Oil, H₂ = Hydrogen, PtL = Power to Liquid

In the first step, the READi™ process, the raw material is upgraded to a high-quality bio-oil with reduced viscosity and oxygen content, mainly by cracking and deoxygenation. In the second step the intermediate bio-oil is upgraded by treating with pressurized hydrogen to a pure almost oxygen-free liquid hydrocarbon product. The hydrogen should be produced by renewable power via electrolysis of water. In that sense the two-step approach is a PtL (Power to Liquid) concept, indicated by the project acronym READi™-PtL.

The first step, the READi™ process, as illustrated in Fig. 3, works according to the innovative principle of reactive distillation, which is reflected in the process designation READi™ (Augustin 2016, Augustin et al. 2016). In this process, a higher-molecular organic starting material is thermally stressed and cracked in the absence of oxygen in a low-volatile liquid solvent as reaction medium, the so-called sump phase. The solvent is also involved in cracking and radical stabilization reactions. Thus, it is solvolytically acting with the basic idea of suppressing coking reactions. Due to the use of a solvolytic reaction medium similar to corresponding approaches in the context of direct liquefaction of lignocellulosic biomass, the process is also referred to as solvolysis (Isa et al., 2018; Lange, 2018; Ghosh and Haverly, 2019) or solvo-thermal processing (IEA, 2016). Accordingly, the principle of the READi™ process is also called “Solvolytic Reactive Distillation” (SRD).

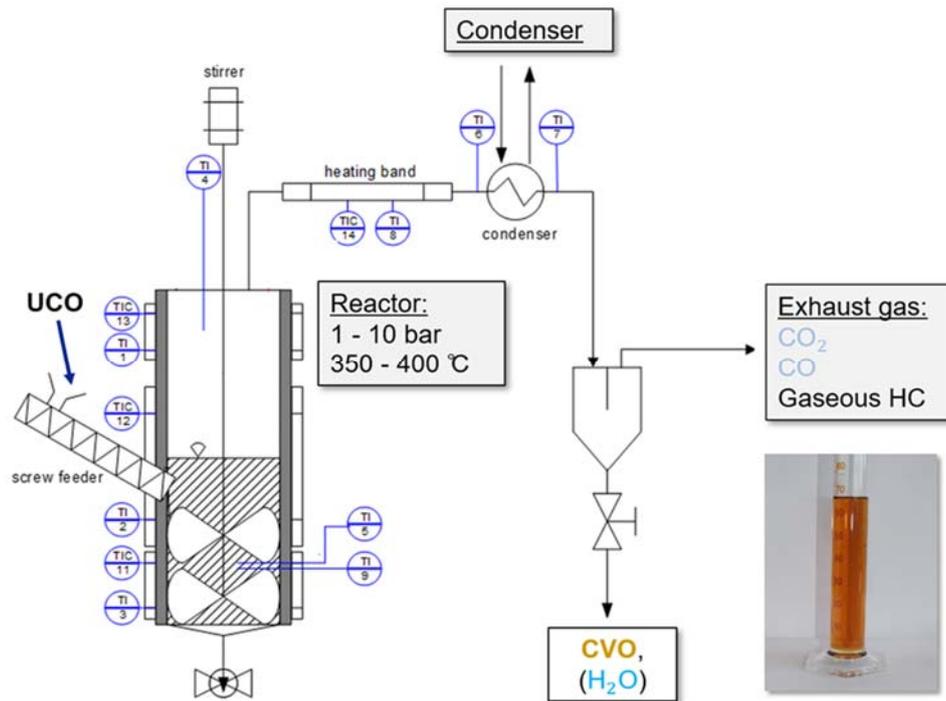


Figure 3: Principle of the 1st step, the READi™ process (Augustin, 2016)

UCO = Used Cooking Oil, CVO = Cracked Vegetable Oil, HC = Hydrocarbons

In the reactor of the READi™ process, thermal cracking reactions convert the large molecules of the raw material into medium to short-chain molecules as a product. Due to their increased vapor pressure, the cracking products can evaporate from the sump phase and thus leave the reactor by distillation via the gas-vapor phase. After subsequent cooling and partial condensation of the gas-vapor phase outside the reactor, a condensate and a remaining gas phase are obtained. The gas phase is removed and could later be used as an energy source to heat the reactor. The condensate is mainly an organic product phase, the so-called bio-oil as a petroleum substitute target product of the first step, and usually also a small amount of water phase, that is immiscible with the bio-oil.

Due to the innovative combination of reaction and distillation the bio-oil is free of undesired long-chain heavy-oil molecules. The reason for this is that large molecules stay in the reactor until they are cracked down into the target chain-length corridor. As soon as the molecules have reached the desired chain-length they are removed from the reactor by distillation. This prevents them from undesired further cracking which would result in higher amounts of too small molecules in particular in the gas-product range. In that sense the reactive distillation approach is a self-controlling residence time optimization concept.

These effects of reactive distillation are advantageous for cost reduction by maximizing the yield of the liquid product in the desired chain-length range and by minimizing the effort for further upgrading of the liquid product by refining.

The READi™ process is a fully continuous approach. A particular challenge is the stabilization of the sump phase in continuous long-term operation. In order to minimize process costs, no externally provided solvents should be used, which would be consumed in the process and would have to be purchased again and again. The central idea of the process is that the sump phase is continuously regenerated by continuously reproducing it from oligomeric intermediate products of the cracking process. In this way the sump phase should be self-regenerating. Preliminary tests on refined rapeseed oil as a model substance for triacylglycerol mixtures have shown that the sump phase develops as intended towards a stable state over time (Augustin, 2016), with the exception of the formation of small proportions of solid residues (char). These solids must be separated continuously to prevent them from accumulating in the reactor.

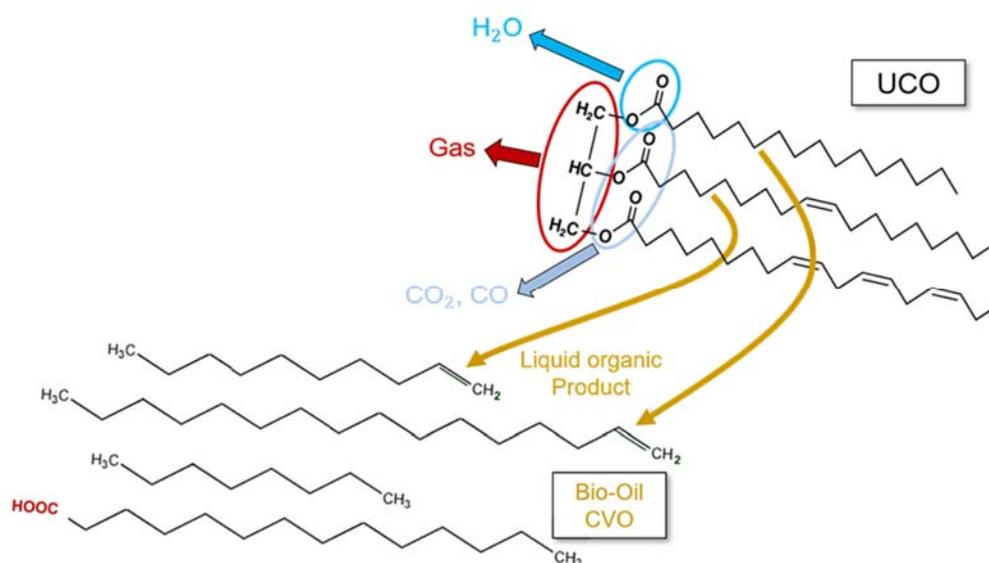


Figure 4: Simplified reaction scheme of the 1st step, the READi™ process (Sievers, 2013)

UCO = Used Cooking Oil, CVO = Cracked Vegetable Oil

Fig. 4 illustrates the reaction scheme of the first step, the READi™ process, addressing cracking and deoxygenation. Deoxygenation reactions, mainly decarbonylation and decarboxylation supplemented by some water formation, reduce the oxygen content significantly. In case of UCO as feedstock, the oxygen content is reduced from 11 wt.% (weight percent) in the UCO to a low level of 3 to 5 wt.% in the intermediate bio-oil product, here called CVO (Cracked Vegetable Oil). The residual oxygen content is mainly bound in organic acid groups (Sievers, 2013).

The significant oxygen reduction in the first step without using catalysts or hydrogen is advantageous in terms of cost reduction, because beforehand oxygen reduction means lowering the hydrogen demand for the subsequent hydrotreating in the second step aiming at pure hydrocarbon products. A specific economic advantage of not using catalysts in the first step is that the process is very resistant to impurities and therefore cheap low-quality raw materials can be processed.

A flow sheet of the second step, the catalytic hydrotreating of the bio-oil, is shown in Fig. 5 according to an experimental set-up of the Freiburg University of Technology (Endisch et al., 2013). There, typically 60 bar hydrogen pressure is applied in a temperature range between 230 and 360 °C for reducing the oxygen content to below 1 wt.%. The reactions are supported by catalysts in a trickle-bed continuous flow reactor. In case of using CVO as bio-oil, the resulting hydrotreated product is called HCVO (Hydrotreated Cracked Vegetable Oil).

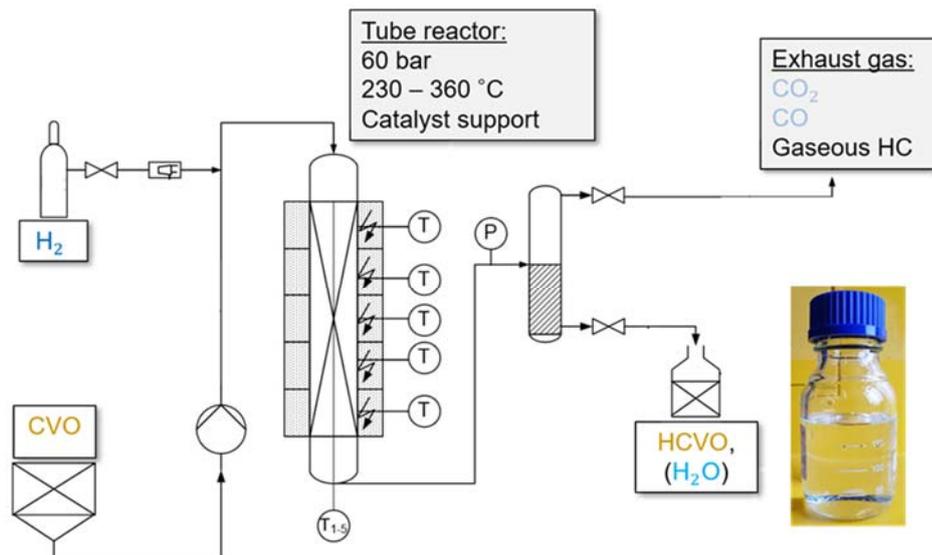


Figure 5: Hydrotreating of CVO as the 2nd step (Endisch et al., 2013)

H_2 = Hydrogen, CVO = Cracked Vegetable Oil, HCVO = Hydrotreated Cracked Vegetable Oil,
HC = Hydrocarbons

Unpublished tests on the continuous bench-scale hydrotreating of CVO at 60 bar and 320 °C at the Institute for Energy Process Engineering and Chemical Engineering (IEC) of the Freiburg University of Technology came to the result, that the hydrogen demand of CVO hydrotreating is 1.3%, based on the initial feedstock UCO, instead of about 3% in case of direct one-step hydrotreating of oils and fats. Literature is giving similar results for the hydrogen demand of direct hydrotreating of triacylglycerol oils, such as 2.7% for rapeseed oil or 2.5% for jatropha oil under ideal laboratory conditions (Endisch et al., 2013) or 3.5% for jatropha oil as an assumption for real industrial process conditions (DBFZ, 2017).

The verification of the reduced hydrogen demand confirms the expected cost-reducing benefit of the two-step approach of this project. Further intensive re-research on CVO hydrotreating has been done at HAW Hamburg, applying the innovative reaction concept of reactive stripping, showing that standard hydrotreating catalysts are suitable (Sievers, 2013; Sievers et al., 2014; Baldauf et al., 2014; Baldauf et al., 2016; Baldauf, 2016; Baldauf et al., 2017). In these investigations, the mode of hydrotreating processing was gradually transferred from batch operation via semi-continuous operation to fully continuous operation (Baldauf, 2016).

A reaction scheme of the hydrotreating step is illustrated in Fig. 6 (Sievers, 2013; Baldauf, 2016). The pressurized hydrogen supported by catalysts saturates the double bonds, so-called hydrogenation, and removes residual oxygen by water formation, so-called hydrodeoxygenation, accompanied by some further decarbonylation and decarboxylation (Baldauf et al., 2016). Cracking losses during the hydrotreating can be minimized. Accordingly, yields of up to 95% of HCVO can be achieved, based on incoming CVO (Baldauf, 2016).

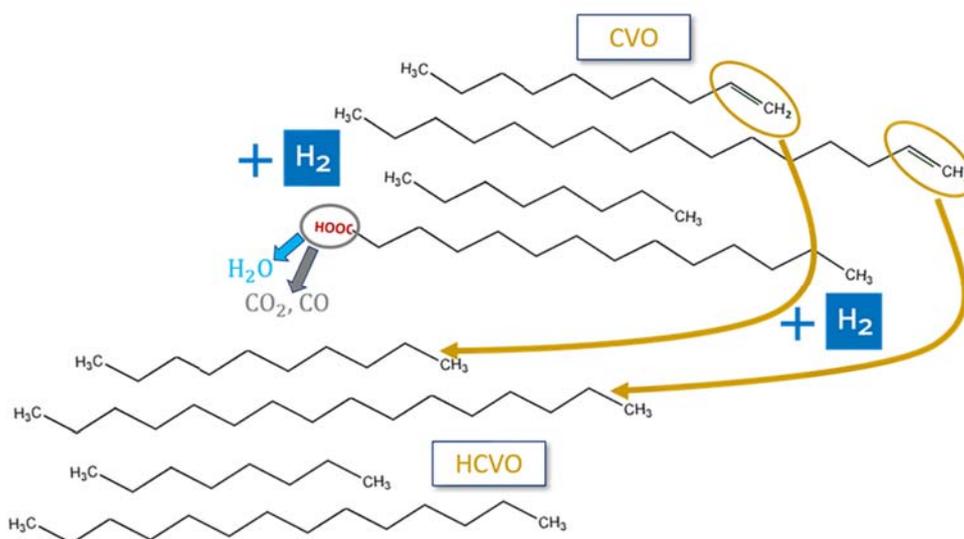


Figure 6: Simplified reaction scheme of the 2nd step, the hydrotreating (Sievers, 2013; Baldauf, 2016)

H₂ = Hydrogen, CVO = Cracked Vegetable Oil, HCVO = Hydrotreated Cracked Vegetable Oil

The general target of hydrotreating bio-oils is producing renewable hydrocarbon products, which are chemically and physically equivalent to fossil fuels or petrochemicals. Basically, the hydrotreating of oils is an established and mature refinery process. But in case of processing bio-oils, there is some adjustment of the standard refinery hydrotreating procedure necessary due to the residual oxygen content in the bio-oil. This shall be subject of investigation in further projects.

Fig. 7 shows pictures and some data of the feedstock (UCO), the intermediate product (CVO) and the hydrocarbon product (HCVO) for comparison. Obviously, the CVO is a clean transparent distillate product from the dirty feedstock UCO. While the CVO has still some reddish color, the HCVO is colorless clear. According to the decreasing oxygen content, the calorific value is increasing from UCO (37 MJ/kg) via CVO (42 MJ/kg) to HCVO (44 MJ/kg). While the viscosity of UCO is too high for standard fuels, the viscosity of both CVO and HCVO is well within the target corridor.



Figure 7: Feedstock (UCO), intermediate product (CVO) and hydrocarbon product (HCVO)

UCO = Used Cooking Oil, CVO = Cracked Vegetable Oil, HCVO = Hydrotreated Cracked Vegetable Oil

The HCVO product can serve as a basis for the production of standard-compliant drop-in fuels. It can be separated into a naphtha fraction and a diesel fraction by rectification (multistage distillation), a standard procedure in petroleum refining. The naphtha fraction in the boiling range from 80 °C to 180 °C can be both a basic material for the chemical industry and a basis for gasoline fuel production via further upgrading steps such as isomerization for improving the octane number. The diesel fraction in the boiling range from 180 °C to 360 °C is the main part of the HCVO with a share of about 80 to 90%. It can be used as a blending component for diesel fuel without any further modification. Its cetane number is expected to be high, indicated by an analyzed high cetane index of 70.7. Such a high cetane value suggests that the combustion of HCVO diesel fraction will be significantly cleaner than that of conventional diesel fuel. The viscosity of the diesel fraction measured at 40 °C is 2.9 mm²/s, being well within the EN 590 standard diesel fuel range from 2.0 to 4.5 mm²/s. Its density measured at 15 °C is 804 kg/m³, being closer to the EN 590 standard range from 820 to 845 kg/m³ than the density of diesel products from both direct one-step

catalytic hydrotreated oils or fats and synthetic fuels via synthesis gas with Fischer-Tropsch (FT) synthesis such as GtL (Gas to Liquid), BtL (Biomass to Liquid) or PtL (Power to Liquid) approaches, which is reported to be 775 to 785 kg/m³ and 770 to 785 kg/m³ respectively (Aatola et al., 2008).

It can therefore be expected that the diesel fuel blending percentage of the HCVO product can be higher than that of both one-step hydrotreating products and products from XtL (GtL, BtL or PtL), if one is to remain within the EN 590 standard.

Fig. 8 gives the overall mass balance and the energy shares of educts and products of the HCVO production process line. The hydrogen demand is low with the already mentioned 1.3%. The yield of the target product HCVO is about 75%. There is some char produced in the order of 4%, which can be upgraded and used as a soil conditioner giving the very promising chance of even negative CO₂ emissions. The exhaust gas, with a share of appr. 13%, contains energy which can be used to heat the process, in particular the reactor of the first process step. The water phase as the rest, still containing some 20 to 25% water-soluble organic matter, could later be used as a raw material for biogas production.

	UCO	+	H ₂	→	HCVO	+	Char	+	Ex.gas	+	Water
wt.%	100		1,3		75		4		13		9
Energy%	100		4		88		3		6		0

Figure 8: Overall mass balance and energy shares of educts and products

UCO = Used Cooking Oil, H₂ = Hydrogen, HCVO = Hydrotreated Cracked Vegetable Oil, Ex.gas = Exhaust gas

The energy% values in Fig. 8 show the energy shares of educts and products in terms of calorific values, based on the feedstock energy. The missing values for an energy balance are the energy demand for the process in the order of 5% on the left side and the energy losses in the order of 12% on the right side, again both based on the feedstock energy. The energy demand is mainly needed to heat the reactor of the first step of the process, the CVO bio-oil production step. As the exhaust gas contains some 6% of energy, this is enough to cover the process energy demand of about 5%, coming close to energy self-sufficient operation.

Fig. 9 illustrates the planned test plant in technical scale with a capacity of 2 tons per week. Construction and commissioning of this plant at the HAW Hamburg is part of the ongoing X-Energy READi™-PtL project (HAW, 2019). The technology readiness level (TRL) of this plant will be TRL 6 according to the definition of EU Horizon 2020. The volume of the reactor for CVO production in this test plant will be around 200 liters. The space required corresponds to about two containers.

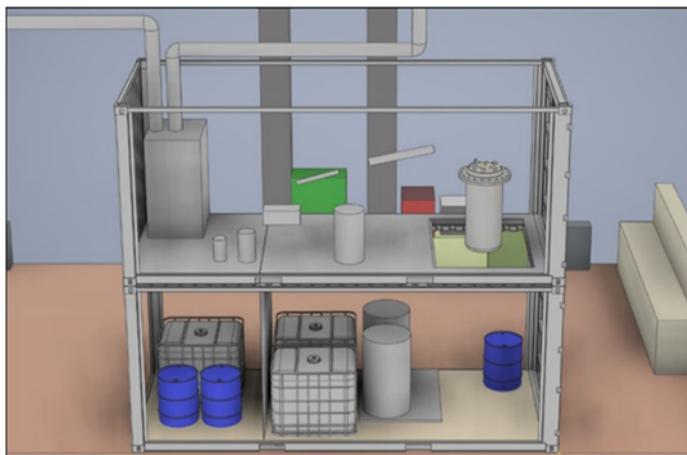


Figure 9: 3-D draft of the planned 2 tons per week test plant of the X-Energy READiTM-PtL project

The objectives of the READiTM-PtL project are

- to verify both process steps of the two-step technology, the READiTM process step and the hydrotreating step,
- to evaluate the suitability of these process steps for integration into real renewable energy systems with fluctuating power supply and
- to estimate the economic efficiency.

The concrete main objective is the further development of the READiTM process for the first part of the two-step concept as a key technology for the economic efficiency of the overall concept. The READiTM process is to be scaled up from TRL 5 to TRL 6, resulting in a functional 2 tons per week prototype plant. Finally, the scaling to TRL 7 is to be prepared.

3 Conclusion and acknowledgement

First results of the ongoing READiTM-PtL project of the HAW Hamburg in cooperation with the partner company Nexxoil confirm some cost-reducing effects of the two-step approach for the conversion of waste fats and oils into pure liquid hydrocarbon products under investigation, if compared with the direct one-step catalytic hydrotreating. Some of these advantages could be:

- As the first step, the READiTM process, does not use any catalysts, the process is robust against contaminants. Thus, cheap unpurified low-quality raw materials can be processed.
- The hydrogen demand can be reduced to less than half, or more than twice as much fuel can be produced with a certain amount of available hydrogen.
- The density of the diesel fraction of the hydrocarbon product HCVO is higher and thus closer to the EN 590 standard range than that of both direct one-step

hydrotreating products and XtL products via synthesis gas with FT synthesis. It is therefore to be expected that it will be possible to produce blends with higher HCVO contents that remain within the limits of EN 590.

Preliminary tests in lab scale have shown, that the READiTM process can be applied to the conversion of other raw material such as plastic waste. In a follow-up project this is to be verified in a modified 2 tons per week prototype test plant.

The authors thank the German Federal Ministry of Education and Research for funding the project. Furthermore, they thank Thomas Kuchling and Andrej Awgustow from the Institute for Energy Process Engineering and Chemical Engineering (IEC) of the Freiberg University of Technology (TU Bergakademie Freiberg) for investigating the hydrotreating for the conversion of CVO from the READiTM process step into a HCVO product.

4 References

- Aatola, H. et al. (2008): Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NO_x, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine. SAE International paper 2008-01-2500.
- Augustin, C., Sievers, A., Willner, T. (2016): Zeitverhalten der isothermen Reaktivdestillation beim thermischen Cracken und Desoxygenieren von Rapsöl. *Chem.-Ing.-Tech.* 88, 5, 591–599.
- Augustin C. (2016): Das Verhalten von Pflanzenölen bei der thermischen Zersetzung und der Desoxygenierung zu regenerativen Energieträgern. Dissertation, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg.
- Baldauf, E., Sievers, A., Willner, T. (2014): Hydroprocessing of Cracked Vegetable Oil. Proceedings of the 22nd European Biomass Conference & Exhibition, Hamburg 23-26 June 2014, 1034–1037.
- Baldauf, E., Sievers, A., Willner, T. (2016): Hydrodeoxygenation of Cracked Vegetable Oil Using CoMo/Al₂O₃ and Pt/C Catalysis. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 7, 3, 273–287.
- Baldauf E. (2016): Katalytische Konversion von gecracktem Pflanzenöl unter Wasserstoffatmosphäre im kontinuierlichen Betrieb. Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg.
- Baldauf, E., Sievers, A., Willner, T. (2017): Heterogeneous catalysts for the production of hydrotreated cracked vegetable oil. *Biofuels*, 8, 5, 555–564.
- DBFZ (2015): Biokerosin und EE-Kerosin für die Luftfahrt der Zukunft – von der Theorie zu Pilotvorhaben. Study of the DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum) on behalf of the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Leipzig.

- DBFZ (2017): Machbarkeitsanalyse für eine PTG-HEFA-Hybridraffinerie in Deutschland. Study of the DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum) on behalf of the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Leipzig.
- DECHEMA (2018): Advanced alternative liquid fuels: For climate protection in the global raw materials change. DECHEMA position paper. Viewed on 27 Jan. 2020 from https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapier/2018_alternativeBrennstoffe_en-p-20005513.pdf.
- Endisch, M.; Kuchling, T.; Roscher, J. (2013): Process Balances of Vegetable Oil Hydrogenation and Coprocessing Investigations with Middle-Distillates. *Energy Fuels* 27, 2628–2636.
- Fraunhofer (2017): Entwicklungsperspektiven für Zellformate von Lithium-Ionen-Batterien in der Elektromobilität. Editor Fraunhofer-Allianz Batterien. Viewed on 27 Jan. 2020 from http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-477577-17.pdf.
- Fritsche, U. R. et al. (2012): Nach Super E10: Welche Rolle für Biokraftstoffe? Study on behalf of Shell Deutschland Oil. Viewed on 27 Jan. 2020 from http://www.iinas.org/tl_files/iinas/downloads/bio/IINAS_IFEU_2012_Shell_Biokraftstoffstudie.pdf.
- Ghosh, A.; Haverly, M. R. (2019): Solvent Liquefaction. In *Thermochemical Processing of Biomass*, Ed. R. C. Brown, Wiley, West Sussex.
- HAW (2019): Innovation Centre for Wind Energy, System Integration and Storage Systems. X-Energy brochure. Viewed on 27 Jan. 2020 from https://www.haw-hamburg.de/fileadmin/user_upload/Forschung/CC4E/X-Energy/01082018_X-Energy_Broschuere_FINAL_ENG1.pdf.
- Honkanen, M. (2019): Neste MY Renewable Diesel™ – The sustainability story so far. Presented at the Neste Uniti Pre-Seminar in Stuttgart at 1st April 2019.
- Howes, J. (2020): Prospects for advanced biofuels under RED II. Presented at the congress Fuels for the Future in Berlin at 21st January 2020.
- IEA (2016): Newsletter from IEA Bioenergy Task 34 Direct Thermochemical Liquefaction. Issue 39, October 2016.
- IEA (2017): International Energy Agency (IEA): IEA Key World Energy Statistics 2017.
- Isa, K. M.; Abdullah, T. A. T.; Ali, U. F. M. (2018): Hydrogen donor solvents in liquefaction of biomass: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81, 1259–1268.
- Kasten, P.; Timpe, C. (2019): Synthetic fuels – How can they support climate protection efficiently?. Presented at the congress “Fuels of the Future” in Berlin at 21st January 2019.

- Lange, J.-P. (2018): Lignocellulose Liquefaction to Biocrude: A Tutorial Review. *ChemSusChem* 11, 997–1014.
- Sievers, A. (2013): Hydroprocessing of Cracked Vegetable Oil. Dissertation, University of the West of Scotland.
- Sievers, A., Meier, D., Willner, T. (2014): Einfluss von Reaktionstemperatur und Katalysatoren auf die Hydrierung von gecracktem Pflanzenöl. *Chemie Ingenieur Technik*, 09, 86, 1357–1358.
- Willner, T. (2011): Thermochemische Direktverflüssigung. ProcessNet Infotag Alternative Brenn- und Kraftstoffe, Frankfurt/Main, 18 Oct. 2011.
- Ziem-Milojevic, S. (2019): Advanced bio-based and recycled carbon fuels – will there be a demand, and can they deliver?. Presented at the congress Fuels of the Future in Berlin at 22nd January 2019.



University
of Bamberg
Press

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 optimise 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 978-3-86309-732-5



9 783863 097325

www.uni-bamberg.de/ubp/