



 **35. DEUTSCHER
LOGISTIK-KONGRESS**
17.-19. Oktober 2018

DIGITALES TRIFFT REALES



40 JAHRE
BVL

InterContinental / Schweizerhof, Berlin
KONGRESSBAND



Digitales trifft Reales
Digitalization meets Reality

Kongressband

herausgegeben von

Thomas Wimmer

und

Christian Grotemeier

HERAUSGEBER:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wimmer, Dr. Christian Groteemeier

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

Schlachte 31, 28195 Bremen

Telefon 0421 / 17 38 40

Fax 0421 / 16 78 00

E-Mail bvl@bvl.de

Internet <http://www.bvl.de>

Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Thomas Wimmer, Uwe Peters

Redaktion: Susanne Grosskopf-Nehls, M. Sebastian Huster, Christoph Meyer,
Frederik Pfretzschner, Anne Suhling, Helene Wiemers

VERLAG:

DVV Media Group

Deutscher Verkehrs-Verlag

Nordkanalstraße 36, 20097 Hamburg

Telefon 040 / 2 37 14-01

Fax 040 / 2 37 14-233

E-Mail leserservice@dvz.de

Internet <http://www.dvz.de>

SATZ UND LAYOUT:

MEINERS DRUCK OHG

Am Mohrenshof 11, 28277 Bremen

Telefon 0421 / 32 53 53

E-Mail mail@meiners-druck.de

Internet <http://www.meiners-druck.de>

Copyright bei der

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

Alle Rechte, auch für die Übersetzung

in fremde Sprachen, vorbehalten.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche

Genehmigung der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

in irgendeiner Form, auch nicht für Zwecke

der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder

unter Verwendung elektronischer Systeme

verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

ISBN: 978-3-87154-632-7



9 783871 546327

Einleitung	
Digitales trifft Reales	Seite 1
Programm	
zum 35. Deutschen Logistik-Kongress	Seite 3
B1 Robotik und autonome Logistik	Seite 17
Autonome Roboter – Neue Potentiale für eine flexible Logistik	
Dr.-Ing. Hendrik Thies Beinke Claudio Uriarte Marius Veigt Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag	Seite 19
B2 Collaborative Supply Chain	Seite 43
Innovation durch Kooperation in Supply Chains: Geschäftsökosysteme und die Rolle der Daten	
Prof. Dr.-Ing. Boris Otto Dr.-Ing. Jan Cirullies Dr.-Ing. Christian Schwede	Seite 45
B3 Urbane Logistik	Seite 63
Urbane Logistik – Status quo und Konzepte	
Prof. Dr. Uwe Clausen Daniela Kirsch Arnd Bernsmann	Seite 65
B4 Finale Wissenschaftspreis Logistik	Seite 84
Cloud Logistics – Reference Architecture Design	
Dr. Falco Jaekel	Seite 86
Ein analytisches Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen bei schwankenden Transportbedarfen	
Dr.-Ing. Eva Klenk	Seite 121
Sprachsteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik: Der Einfluss kognitiver Informations- verarbeitung des Bedieners auf das Arbeitsergebnis	
Dr.-Ing. Florian Podszus	Seite 139

C1 Blockchain	Seite 164
Blockchain-Anwendungen in der Logistik Prof. Dr. Otto Jockel	Seite 166
C2 Baustelle Infrastruktur	Seite 177
Baustelle Infrastruktur Dr. Heike van Hoorn	Seite 179
C3 Retail Logistics	Seite 188
Frachtraumknappheit – auch eine Frage von ineffizienten Prozessen Matthias Haubenreißer	Seite 190
Paketzustellung und Kundenservice – ein Widerspruch in sich? Prof. Dr. Stephan Seeck Marco Göhr	Seite 204
C4 Thesis Conference	Seite 219
Konzepterstellung für die Implementierung automatisierter Warehouse on Wheels Prozesse mittels fahrerloser Transportsysteme am Beispiel des BMW Group Werks Leipzig Dana Clauer	Seite 220
Konzeption eines strategischen Kennzahlenmodells zur Identifikation von Optimierungspotenzialen in logistischen Distributionsnetzwerken der BASF Lisa Schicht	Seite 223
Designing and Scheduling Cost-Efficient Tours by Using the Concept of Truck Platooning Florian Stehbeck	Seite 229
Erstellung eines Modells zur Definition des globalen Zielkundenportfolios für den Vertical Market Industrial der Schenker AG Julia Varelmann	Seite 237
Empirische Evaluation der Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Berufsbildes Kraftfahrer Karolin Wywiał	Seite 240

E1	Künstliche Intelligenz	Seite 258
	Cognitive Operations – Ein neuer KI-basierter Planungsansatz	
	Christoph Lieth Alexander Kouril	Seite 260
E2	Schöne neue Arbeitswelt?	Seite 269
	Kompetenzveränderungen in der schönen neuen Arbeitswelt: Wie gelingt es, Belegschaften für den Wandel resilient zu machen?	
	Prof. Dr. Yasmin Weiß	Seite 271
E3	Engpässe in der Transportlogistik	Seite 284
	Was sichert den Erfolg der Transportlogistik von morgen?	
	Kai Althoff	Seite 286
E4	Neues aus den Logistik-Think-Tanks	Seite 290
	Ende des Hockey-Stick-Glaubens?!	
	Mergers & Acquisitions in der deutschen Logistikindustrie – Studie 2018	
	Dr. Klaus-Peter Jung	Seite 292
F1	Produktion und Fertigung von morgen	Seite 299
	Automobilproduktionslogistik im Wandel	
	Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl-Heinz Wehking Matthias Hofmann David Korte Manuel Hagg David Pflieger	Seite 301
F2	Lernen aus digitalen Projekten	Seite 324
	Datenbasierte Geschäftsmodelle – Weshalb es dabei nicht um noch mehr Daten geht	
	Alexander Michalik Fabian Förster Christoph Besenfelder	Seite 326

F3	Globalisierung	Seite 346
	Ein Blick auf aktuelle Veränderungen in der globalen Logistikwelt	
	Christoph Szakowski	Seite 348
F4	Science Pitch	Seite 370
	Erfolgreich mit Industrieller Gemeinschaftsforschung! Machen Sie schon mit oder müssen wir Sie noch Überzeugen?	
	Susanne Grosskopf-Nehls	Seite 372
L4	HR und Recruiting	Seite 382
	Fachkräfte finden und binden	
	Beatrice Maisch	Seite 384

Digitales trifft Reales

35. Deutscher Logistik-Kongress

17. – 19. Oktober 2018

Hotels InterContinental und Schweizerhof Berlin

Der Pionier der Automobilproduktion, Henry Ford, wird häufig mit einem Bonmot zitiert: „Zusammenkommen ist ein Beginn, Zusammenbleiben ein Fortschritt, Zusammenarbeiten ein Erfolg.“ Seit nunmehr 40 Jahren vernetzt die BVL Menschen, die in Industrie, Handel, Dienstleistung und Wissenschaft im Fachgebiet Supply Chain Management / Logistik arbeiten. Die BVL leistet somit ihren Beitrag zur Ford'schen Weisheit des Zusammenseins. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Deutschen Logistik-Kongress zu, der wieder einmal mehr als 3.200 Teilnehmer/innen aus 40 Nationen ein Forum des Zusammenkommens und der Zusammenarbeit bietet.

Das diesjährige Motto „Digitales trifft Reales“ ist bewusst in zwei Richtungen interpretierbar: Treffen im Sinne von „einander begegnen“, um sich auszutauschen und Impulse zu entwickeln, aber auch Treffen im Sinne von „Disruption“ oder Aufeinanderprallen von Usancen im täglichen Geschäftsleben.

Digitalisierung ermöglicht beeindruckende Werkzeuge für die Vernetzung von Menschen, sogar von Menschen und Maschinen oder gar für den Einsatz intelligenter autonomer Systeme. Dem gegenüber stehen reale Herausforderungen, beispielsweise Kapazitätsengpässe bei Transportangebot und Infrastruktur, volatile Märkte und politische Unsicherheiten sowie ein Fachkräftemangel, der längerfristig vorhersehbar war. Welchen Lösungsbeitrag können neue Technologien liefern? Dieser Fragestellung sind verschiedene Sequenzen, Foren und Diskussionsrunden gewidmet.

Über 120 deutsche und internationale Referentinnen und Referenten stellen das beeindruckende Zusammenspiel von Logistik und IT dar und machen deutlich, dass „innovativ“ und „in der Praxis bewährt“ keine Gegensätze sein müssen. Zusätzlich zu den Plenumsvorträgen bieten fünf „Tracks“ mit 20 Sequenzen praxisnahen Wissenstransfer zu Technologien, Methoden, Märkten sowie Wissenschaft und Forschung. Vier interaktive LOG.Camps runden das Angebot ab. Erneut ist es der interdisziplinäre und multidimensionale Ansatz, der die jährliche Zusammenkunft der Supply Chain Community zu einer herausragenden Plattform von und für Menschen macht.

In diesem Tagungsband sind zusätzliche und weiterführende Informationen zusammengestellt worden. Er umfasst Beiträge zur Vor- und/oder Nachbereitung der Sequenzen, zum „Stand der Technik“ sowie Ausblicke und Visionäres. Ein herzliches Dankeschön ergeht an die Autorinnen und Autoren sowie deren Teams für die wertvollen Berichte, Thesen und Einschätzungen.

Wir wünschen eine anregende Lektüre und freuen uns auf den Gedankenaustausch.

Seien Sie herzlich willkommen in Berlin.

16. Oktober 2018,

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wimmer

Susanne Grosskopf-Nehls

Programm



MITTWOCH, 17. OKTOBER 2018		35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS	
10.00 - 10.15 Uhr	DE EN	Eröffnung Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	A 1
	<p>Robert Blackburn Vorsitzender des Vorstands, Bundesvereinigung Logistik (BVL), Bremen</p>	<p>Digitales trifft Reales</p> <p>Die digitale Transformation verändert anscheinend alles – aber kann sie auch die aktuellen Probleme der Logistik lösen? Nicht hinreichende physische und digitale Infrastruktur, Fahrermangel, Laderaumverknappung und weltpolitische Unsicherheiten stellen Logistiker aus Industrie, Handel und Dienstleistung vor große Herausforderungen. Der 35. Deutsche Logistik-Kongress widmet sich dem gewinnbringenden Zusammenspiel von Logistik und IT.</p>	
10.15 - 10.40 Uhr	DE EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	A 2
	<p>Prof. Dieter Kempf Präsident, Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), Berlin</p>	<p>Klimaschutzziele erreichen!</p> <p>In diesem Jahr zieht die Bundesregierung Bilanz zum Klimaschutz und wird 2019 Klimagesetze auf den Weg bringen. Denn anders als in den Sektoren Energie und Industrie wurden im Verkehr die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 nicht gesenkt. Der BDI zeigt in seiner Klimapfade-Studie Wege und Bedingungen auf, wie ohne Abstriche, unter anderem durch Digitalisierung der Mobilität, trotz Verkehrswachstums die Klimaziele in der Logistik bis 2050 erreicht werden können.</p>	
10.40 - 11.05 Uhr	DE EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	A 3
	<p>Carsten Spohr Vorsitzender des Vorstands, Deutsche Lufthansa AG, Köln</p>	<p>Luftverkehr – Motor der Globalisierung</p> <p>Luftverkehr ist unverzichtbar für das gesamte Wirtschaftsgeschehen der Exportnation Deutschland. Leistungsstarke und erfolgreiche Fluggesellschaften sind Garanten dafür, dass der Wirtschaftsstandort Deutschland auch künftig eine wichtige Rolle auf dem Weltmarkt spielt: bei der Sicherung von Beschäftigung und Wohlstand und als Treiber von digitalen Innovationen entlang der gesamten Transportkette.</p>	
11.05 - 11.30 Uhr	DE EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	A 4
	<p>Dr. Robert Bauer Vorsitzender des Vorstands, SICK AG, Waldkirch</p>	<p>Sensorintelligenz – Schlüssel zu einer zuverlässigen Datenwelt</p> <p>In der digitalen Produktion spielen Sensoren eine Hauptrolle – sie können die Vernetzung von Maschinen untereinander ermöglichen. Die Sensorik ist Datenlieferant für die intelligente Fabrik und damit Enabler für größtmögliche Transparenz in der Supply Chain sowie höhere Maschinenproduktivität. Sensorintelligenz ermöglicht am Ort des Geschehens die Nutzung aller verfügbaren Daten und kann damit autonome Entscheidungen treffen.</p>	
11.30 - 11.55 Uhr	DE EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	A 5
	<p>Peter Altmaier MdB, Bundesminister für Wirtschaft und Energie, Berlin</p>	<p>Digitalisierung voranbringen, Wirtschaft stärken, Zukunft sichern</p> <p>Um den Übergang ins digitale Zeitalter mutig zu gestalten und die Wachstumsdynamik zu verstetigen, unterstützt das BMWi Maßnahmen, die darauf zielen, Wohlstand und Wachstum zu sichern und gute Rahmenbedingungen für Modernisierung zu schaffen. Es setzt seine auf Investitionen und nachhaltiges Wachstum ausgerichtete Wirtschaftspolitik fort – für wirtschaftliche Dynamik, erfolgreiche Unternehmen und eine starke Gesellschaft.</p>	
12.15 Uhr	Pressekonferenz	Ort: InterContinental Berlin, Charlottenburg	



13.00 - 13.30 Uhr



Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III

A 6



Bernhard Mattes
Präsident,
Verband der Automobilindustrie (VDA),
Berlin

Innovation als Antrieb

Die Transport- und Automobilindustrie erlebt und gestaltet eine rasante Transformation. Das Bedürfnis nach individueller Mobilität bleibt, aber es verändert sich: Erlebnis geht vor Besitz. Entwicklungen wie der Onlinehandel, die Industrie 4.0 und die Vernetzung aller Dinge bedeuten mehr Güter, mehr Transport und mehr Logistik. All diese Megatrends erfordern, die Mobilität der Zukunft neu zu denken. Das tut der VDA.

13.30 - 14.30 Uhr



Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III

A 7



MODERATION
Roland Tichy
Vorsitzender des Vorstands,
Ludwig-Erhard-Stiftung,
Bonn

Digitales trifft Reales

In der Podiumsdiskussion wird unter der Moderation von Roland Tichy Digitales auf Reales treffen.

Persönlichkeiten aus der Unternehmenspraxis diskutieren die Chancen und Grenzen der Digitalisierung, um den kleinen und großen logistischen Herausforderungen zu begegnen. Die unterschiedlichen Funktionen und Verantwortungsbereiche der Podiumsteilnehmer ermöglichen es, mehrere Perspektiven einzunehmen. Damit bietet die Diskussion einen umfassenden Blick auf das Zusammenspiel von Logistik und IT. Sie wird unter anderem folgende Fragen aufgreifen:

- Welche digitalen Technologien haben sich bereits in der Unternehmenspraxis bewährt, und welche Technologien sollten Logistiker im Auge behalten?
- Wie stark hat die Digitalisierung Logistik und Supply Chain Management bereits verändert, und welche Entwicklungen stehen noch bevor?
- Sind Unternehmen und deren Organisation bereits hinreichend auf die digitale Transformation vorbereitet, und wie können Defizite ausgeglichen werden?
- Welche Kompetenzen benötigen Mitarbeiter, und wie lassen sich diese vermitteln?



Matthias Fischer
President und Chief Executive Officer,
Toyota Material Handling Europe,
Brüssel, Belgien



Markus Meißner
Geschäftsführer,
AEB GmbH,
Stuttgart



Angela Titzrath
Vorsitzende des Vorstands,
Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA),
Hamburg



Prof. Dr.-Ing. Katja Windt
Mitglied der Geschäftsführung,
SMS group GmbH,
Düsseldorf



MITTWOCH, 17. OKTOBER 2018

35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS

15.00 - 17.00 Uhr

DE/EN EN/DE

Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Conference Center

B 1

Robotik und autonome Logistik

Bis vor zwei Jahrzehnten noch als Science-Fiction angesehen, ist die Robotik heute ein Eckpfeiler der Digitalisierung. Sowohl in der Produktion als auch in der Erbringung von Dienstleistungen sind autonome Systeme dank erheblicher technologischer Fortschritte stellenweise bereits im Einsatz. In dieser Fachsequenz wird aus unterschiedlichen Blickwinkeln über die Bandbreite bestehender Robotikanwendungen berichtet, und es gibt Impulse zu Einsatzmöglichkeiten entlang der Wertschöpfungskette. Natürlich ist die Reise in die digitale Zukunft noch längst nicht beendet. Gemeinsam mit Ihnen möchten die Referenten einen Blick auf die Technologien von übermorgen werfen und Sie an ihren Überlegungen zu Potenzialen und Grenzen der Robotik teilhaben lassen.



MODERATION
Frederik Brantner
Geschäftsführer,
Magazino GmbH,
München



Autonome Roboter benötigen ethische Kompetenz
Prof. Matthias Scheutz, Ph.D. Ph.D.
Professor für Cognitive Science and Computer Science,
Bernard M. Gordon Senior Faculty Fellow,
Director Human-Robot Interaction Laboratory,
Tufts University, Medford, USA



Automatisierung von Bestands- und Stammdatenerfassung mithilfe intelligenter Sensoren und Drohnen
Benjamin Federmann
Geschäftsführer,
doks. innovation GmbH,
Kassel



Smarte Logistik und modulare Produktion in der Automobilindustrie
Dr.-Ing. Fabian Rusitschka
Geschäftsführer,
arculus GmbH,
Ingolstadt

Lajos Orosz
Leiter Werklogistikplanung,
AUDI AG,
Ingolstadt



Innovationen für die „Last Mile“ in der Logistikindustrie
Xenia Scholl
Co-Founder & Chief Operating Officer,
TeleRetail AG,
Düsseldorf/Siders, Schweiz



Production of the future: Autonomous intralogistics
Elham Mirzaei
Robotic Engineer,
InSystems Automation GmbH,
Berlin



Within Our Grasp: How robotic piece-picking enables digitisation in order fulfillment
Yaro Tenzer, PhD
Co-Founder,
RightHand Robotics,
Somerville, MA, USA

TECHNOLOGIEN

15.00 - 17.00 Uhr

DE EN

Ort: InterContinental Berlin, Potsdam III

B 2

Collaborative Supply Chain

Collaboration ist die vernetzte Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg. Bisher tun sich viele Unternehmen schwer mit der Vorstellung, spätestens bei der Bereitstellung aller notwendigen Daten Collaboration tatsächlich zu leben. Dabei bietet sie viele Chancen, um Problemen wie Leerfahrten oder Doppelarbeiten zu begegnen. Welcher Wechsel in der Haltung von Unternehmensführungen ist nötig, welche Lösungen müssen neutrale Plattformen bieten, um das ungenutzte Effizienzpotenzial auszuschöpfen, und wo sind die Grenzen der Collaboration? In dieser Sequenz werden Antworten auf diese und weitere Fragen diskutiert.



MODERATION
Dr. Hansjörg Rodi
Vorsitzender der Geschäftsleitung Deutschland
und der Region Zentral- und Osteuropa,
Kühne + Nagel (AG & Co.) KG,
Hamburg



Innovation durch Kooperation in Supply Chains: Geschäftsökosysteme und die Rolle der Daten
Prof. Dr. Boris Otto
Geschäftsführender Institutsleiter,
Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik,
Dortmund



Dr.-Ing. Christian Büssow
Vice President Supply Chain Management,
Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH,
München,
Förderbeirat, BVL



Ralf Düster
Vorstand,
Setlog Holding AG,
Bochum



Dr.-Ing. Hans-Ullrich Förster
Geschäftsführer,
Viessmann Logistik International GmbH,
Allendorf



Michael Kaiser
Geschäftsführer,
KAESER KOMPRESSOREN Logistik GmbH,
Coburg



Dr. Karl Alexander May
Leiter Programm Flexibilitätsmanagement,
BMW AG,
München,
Vorstand, BVL

METHODEN

15.00 - 17.00 Uhr DE EN Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I B 3

Urbane Logistik

Immer mehr Menschen leben in Städten, der E-Commerce boomt, und die Zahl der Paketsendungen steigt weiter. Damit ergeben sich Engpässe in den urbanen Zentren. Wie kann eine Belieferung auf der letzten Meile, regional und global vom Problem zum Erfolg werden? Was sind die Erwartungen von Logistik-Professionals, und wo kann Logistik als Kraftraum der städtischen Versorgung ihren Platz finden? Diese Sequenz stellt Lösungen vor und zeigt auf, wie ein Miteinander der Stakeholder in der Stadt aussehen kann und was es für eine erfolgreiche urbane Logistik braucht.



MODERATION
Dr. Christian Jacobi
Geschäftsführender Gesellschafter,
agiplan GmbH,
Mülheim an der Ruhr,
Vorstand, BVL



Urbane Logistik – Perspektiven für 2030
A. Tobias Schönberg
Senior Partner,
Roland Berger GmbH,
Berlin



Urbane Logistik – Status quo
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
Institutsleiter,
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik,
Dortmund,
Wissenschaftlicher Beirat, BVL



Frank Sportolari
President,
United Parcel Service Inc. & Co. OHG,
Neuss,
Beirat, BVL



Hilmar von Lojewski
Leiter des Dezernats Stadtentwicklung,
Bauen, Wohnen und Verkehr,
Deutscher Städtetag,
Berlin



Kuno Neumeier
Geschäftsführer,
Logivest GmbH,
München,
Sprecher Themenkreis Logistikimmobilien, BVL

MÄRKTE

15.00 - 17.00 Uhr DE Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Tessin I/II B 4

Finale Wissenschaftspreis Logistik

Die Wissenschaft ist ein zentrales Handlungsfeld und ein wichtiger Impulsgeber für die Digitalisierung. Hier findet Forschung statt, hier nehmen Innovationen ihren Anfang. Die Entwicklung in der Wissenschaft treibt die Digitalisierung auch in anderen Bereichen voran, sie ist ein Motor für den Wissens- und Technologietransfer, insbesondere über praxisrelevante Dissertationen. Nach der Sequenz trifft die Jury die Entscheidung über den Träger des Wissenschaftspreis Logistik 2018. Die Verleihung findet am 19.10.2018 um 11.00 Uhr im Raum Charlottenburg statt. Weitere Informationen zum Wissenschaftspreis Logistik finden Sie unter www.bvl.de/wpl.



MODERATION
Prof. Dr. Julia Bendul
Lehrstuhl für Management für Industrie 4.0,
RWTH Aachen



Cloud Logistics – Reference Architecture Design
Dr. Falco Jaekel
Unternehmensberater,
DHL Consulting GmbH,
Bonn



Ein analytisches Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen bei schwankenden Transportbedarfen
Dr.-Ing. Eva Klenk
Logistikberaterin,
Logistikberatung Eva Klenk,
München



Kognitive, dezentrale Sprachsteuerung von autonom agierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik
Dr.- Ing. Florian Podszus
Chief Executive Officer,
beta Data Science GbR,
Hannover

SCIENCE | RESEARCH

17.30 Uhr	Abfahrt zum Galaabend	Abfahrt der Busse am Hotel InterContinental Berlin
19.00 Uhr	Galaabend – Informationen S.22/23	Ort: STATION-Berlin

DONNERSTAG, 18. OKTOBER 2018

35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS

09.30 - 11.30 Uhr

DE EN

Ort: InterContinental Berlin, Potsdam III

C 1

Blockchain

Das enorme Potenzial, das der Blockchain zugeschrieben wird, hat in den letzten Monaten einen Hype ausgelöst. Diverse Start-ups und etablierte Unternehmen entwickeln bereits Lösungen und prüfen so die Grenzen der Technologie. Wo ihr Einsatz einen Mehrwert erzeugt und welche Anwendungen in Zukunft realistisch sind, erfahren Sie in dieser Sequenz. Freuen Sie sich auf Vorträge aus der Praxis und eine anschließende Diskussion.



MODERATION
Prof. Dr. Fritz Henglein
 Professor of Programming Languages and Systems,
 Department of Computer Science,
 University of Copenhagen, Dänemark



Supply Blockchains – Automatisierung auf einer neuen Ebene
Florian Seffert
 Principal Specialist IT Innovation,
 Imperial Logistics,
 München



Hinter dem Hype: Blockchain & IoT in der Logistik
Dirk Slama
 Chief Alliance Officer,
 Bosch Software Innovations GmbH,
 Berlin



Das dezentrale Netzwerk für die Transportlogistik
Frank Bolten
 Managing Partner,
 CHAINSTEP GmbH,
 Hamburg

TECHNOLOGIEN

09.30 - 11.30 Uhr

DE EN

Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Conference Center

C 2

Baustelle Infrastruktur

Die realen und digitalen Warenströme bewegen sich auf realer Infrastruktur. Diese Sequenz befasst sich mit der Zukunft der Verkehrswege und Netze. Welche Schlag- und Funklöcher müssen beseitigt werden, um effiziente Logistik zu ermöglichen? Erfahren Sie mehr über neue und getestete Verfahren, die die Infrastruktur verändern können. Was passiert auf den und abseits der Straßen, und welchen Einfluss wird intermodale Logistik für die reale und digitale Infrastruktur haben?



MODERATION
Dr. Heike van Hoorn
 Geschäftsführerin,
 Deutsches Verkehrsforum e.V.,
 Berlin



Platooning im Logistikalltag
Alexander Doll
 Vorstand Güterverkehr und Logistik,
 Deutsche Bahn AG,
 Berlin,
 Vorstand, BVL



Smart City Loop
Christian Kühnold
 Geschäftsführer,
 Smart City Loop GmbH,
 Köln



Der Fehmarnbelt-Tunnel – Einblicke in ein grenzüberschreitendes Projekt
Lars Friis Cornett
 Direktor,
 Femern A/S in Deutschland,
 Berlin



Harald Summa
 Vorstandsvorsitzender,
 DE-CIX Group AG, Köln
 Hauptgeschäftsführer,
 eco – Verband der Internetwirtschaft e.V.,
 Köln

METHODEN



Das könnte Sie auch interessieren:

Doktoranden-Workshop

Junge Wissenschaftler haben hier die Gelegenheit zum interdisziplinären Austausch über ihre Dissertationsprojekte. Für die Teilnahme am Doktoranden-Workshop war eine separate Bewerbung erforderlich. Die Moderation übernehmen in diesem Jahr Prof. Dr. Iris Hausladen und Prof. Dr.-Ing. Bernd Hellingrath. Weitere Informationen erhalten Sie auf www.bvl.de/doktoranden.



09.30 - 11.30 Uhr Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I C 3

Retail Logistics

Mithilfe des Omni-Channel-Handels versuchen klassische stationäre Händler, ein ganzheitliches Einkaufserlebnis für ihre Kunden zu schaffen und somit deren stetig steigenden Ansprüchen gerecht zu werden. Dies sorgt für große Herausforderungen, bietet aber auch Entwicklungspotenziale für die Logistik. Nicht nur die Vertriebskanäle verschmelzen miteinander, Filialen dienen auch als Mikroläger für Versand und Retourenabwicklung. Immer häufiger deckt der Onlinehandel auch klassische stationäre Handelsbereiche ab. Besonders im Bereich der verderblichen Waren sind die Anforderungen an die Qualität besonders hoch – ein wichtiges Handlungsfeld für die Logistik.



MODERATION
Thomas Fell
Geschäftsführer,
GSI Germany GmbH,
Köln



„Sharing Beauty with All“ Applied in Supply Chain
François-Regis Le Tourneau
Director Corporate Supply Chain Standards and Prospective,
L'ORÉAL International,
Clichy, Frankreich



Profitable Fulfillment: Understanding Your Customer
Marc van Puijssen
Director Supply Chain Development & Innovations,
Access Business Group International BV,
Venlo, Niederlande



Omnichannel – Herausforderung für alle Prozesse
Frank Haberkorn
Bereichsleiter Vertrieb & Marketing Fulfillment + Customer Service,
BFS Baur Fulfillment Solutions GmbH, Burgkunstadt,
Regionalgruppensprecher, BVL



Paketzustellung und Kundenservice – ein Widerspruch in sich?
Prof. Dr. Stephan Seeck
Professor für Produktion und Supply Chain Management,
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

MÄRKTE

09.30 - 11.30 Uhr Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Tessin I/II C 4

Thesis Conference

Die siebte Thesis Conference ist erneut der Treffpunkt für Young Professionals auf dem Kongress. Im Anschluss an die Präsentation der Arbeiten mehrerer Preisträger wird es eine Diskussion mit dem Publikum geben. Die Moderation übernimmt Dr. Ane-Kristin Reif-Mosel, Senior Project Manager Land Transport Strategy & PMO, Schenker Europe GmbH, Essen.

Weitere Informationen zum Thesis Award finden Sie unter www.bvl.de/thesis.

Der Thesis Award 2018 wird von DB Schenker unterstützt.



Folgende Preisträger wurden über ein Online-Voting ausgewählt und werden in der Sequenz ihre Arbeiten vorstellen:

Konzepterstellung für die Implementierung automatisierter Warehouse on Wheels Prozesse mittels fahrerloser Transportsysteme am Beispiel des BMW Werks Leipzig
Dana Clauer, Frankfurt University of Applied Sciences

Konzeption eines strategischen Kennzahlenmodells zur Identifikation von Optimierungspotenzialen in logistischen Distributionsnetzwerken der BASF
Lisa Schicht, Fachhochschule Münster

Designing and Scheduling Cost-Efficient Tours by Using the Concept of Truck Platooning
Florian Stehbeck, Technische Universität München, Logistik und Supply Chain Management

Erstellung eines Modells zur Definition des globalen Zielkundenportfolios für den Vertical Market Industrial der Schenker AG
Julia Varelmann, Europäische Fachhochschule Rhein/Erft GmbH, Brühl

Empirische Evaluation der Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Berufsbildes Kraftfahrer
Karolin Wywial, Technische Universität Dortmund, Institut für Transportlogistik (ITL)

SCIENCE | RESEARCH

08.30 - 16.30 Uhr 2. BVL-Hackathon – Informationen: S. 20 Ort: InterContinental Berlin, Köpenick

DONNERSTAG, 18. OKTOBER 2018

35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS

12.30 - 14.00 Uhr

EN DE

Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III

D 1



MODERATION
Joachim Limberg
 Chairman of the Management Board,
 Business Area Materials Services,
 thyssenkrupp AG, Essen,
 Member of the BVL-Board

Digitalization Meets Reality in the Global Economy and Society

Digitization is also transforming industry and society in the global context. Interconnection, transparency and automation have a major effect on how companies interact and cooperate across national borders. At the same time, digitization has negative impacts in terms of IT security and the spread of unverified information. How can we find the right digital balance that benefits both industry and society?



Søren Toft
 Chief Operating Officer,
 Member of Executive Board of
 A. P. Møller-Mærsk A/S,
 Copenhagen, Denmark

How Digitization Will Transform Global Supply Chains

Today, global supply chains are characterized by siloed steps, requiring coordination, information and actions from several parties at multiple times. It creates high complexity and often customer frustration. What we believe the logistics industry must do is to improve the customer experience through greater visibility, connectivity and agility – ideally in a digital ecosystem. For most traditional logistics companies, especially in the B2B sector, this means changing existing business models. It requires new ways of working, different capabilities and a new culture.



Carole Walker
 Chief Executive Officer,
 Hermes Europe GmbH,
 Hamburg

Urban Logistics – Customer Focus is Key

The topic of future city logistics is a top priority for the logistics sector. After all, the majority of Europeans and hence of parcel senders and receivers live in big cities – which creates major challenges like reachability due to demographic change, growing commercial traffic, rising CO₂ emissions and the compatibility of retail and residential spheres. In this setting, customer obsession is key. Customers want the most convenient and best-priced delivery option. So how can logistics providers cope with this complex demand? As competition grows, they are launching ever faster and ever more flexible services to meet the challenge – and to reach their customers by the most direct route.



Andrew Keen
 Author and Entrepreneur,
 Santa Rosa, USA

How to Fix the Future

As the digital revolution meets reality, we now need to correct its more glaring failures – including economic inequality, joblessness, a cultural crisis and surveillance capitalism. So how do we fix the future? First we need to reclaim human agency back from the algorithm. Then we need to use our five perennial tools – regulation, innovation, education, consumer power and citizen engagement – to make human-beings the heart of the digital revolution.



Das könnte Sie auch interessieren:

Gemeinsam für die Logistik

Sie wünschen sich gute Mitarbeiter und Akzeptanz bei Politik und Gesellschaft? Machen Sie mit: In der XING-Gruppe „Themenkreis Image der Logistik“ vernetzen sich Kommunikatoren und Führungskräfte aus Unternehmen, Agenturen und Medien. Oberstes Ziel ist es, Gesellschaft und Politik die Vielfalt der Logistik und ihre Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft zu vermitteln. Mehr unter <https://xing.to/log-image>

16.45 - 17.30 Uhr

DE EN

Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III

D 2



MODERATION
Moritz Döbler
 Chefredakteur,
 Weser-Kurier Mediengruppe,
 Bremen

Ein neues Koordinatensystem für den deutschen Außenhandel?

Die Weltpolitik verändert sich, und das nicht unbedingt nur zum Besseren: Schnell abgesetzte Tweets und „alternative Fakten“ haben längst Einzug gehalten auf dem diplomatischen Parkett. Internationale Partnerschaften sind fragiler geworden und werden kurzfristigen nationalen Interessen untergeordnet. Gleichzeitig ergeben sich neue Chancen mit Partnern, die bereit sind, international Verantwortung in ökonomischen und ökologischen Fragen zu übernehmen.



Prof. Dr. Michael Hüther
 Direktor und Mitglied des Präsidiums,
 Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V.,
 Köln

Fremde oder Freunde? Wohin treibt Europa ohne die Briten?

Der Brexit hinterlässt Verlierer auf allen Seiten. Die britische Regierung irrt planlos durch die Verhandlungen. Die Europäer verlieren ihren wichtigsten Finanzplatz. Und die britische Bevölkerung spürt die steigenden Preise schon jetzt in ihren Portemonnaies. Im multilateralen Zeitalter zeigt sich erneut die Überlegenheit von Kooperation und Integration gegenüber Separatismus und Nationalismus. Der europäische Gedanke lebt.



Britta Heidemann
 Olympiasiegerin und Autorin,
 Köln

Willkommen im Reich der Gegensätze: China hautnah

Britta Heidemann nimmt uns mit auf einen Rundgang durch ihre zweite Heimat Peking und zeigt uns die vielen Facetten Chinas. Sie erklärt kulturelle Hintergründe, erläutert sozioökonomische Zusammenhänge, bricht mit manchem Vorurteil und staunt selbst immer wieder über das vielseitige Reich der Mitte. Sie öffnet die Augen für den chinesischen Alltag, erklärt seltsam anmutende Verhaltensweisen und bringt uns so eine Kultur näher, mit der uns viel mehr verbindet, als wir oft denken.

ab 17.30 Uhr

After-Work-Party
 Informationen: S. 29

Ort: InterContinental Berlin



DONNERSTAG, 18. OKTOBER 2018

35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS

14.30 - 16.30 Uhr



Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Conference Center

E 1

Künstliche Intelligenz

Dank der rasanten Weiterentwicklung der Technik hat künstliche Intelligenz (KI) mit ihren unterschiedlichen Bereichen wie Machine Learning, neuronale Netze und Deep Learning bereits heute Einzug in viele Bereiche der Logistik gehalten und ist aus immer mehr Aufgaben kaum noch wegzudenken. Mithilfe intelligenter Algorithmen werden die Prozesse entlang der Wertschöpfungsketten stetig smarter und effektiver. Konkrete Anwendungsfälle finden sich bereits heute zum Beispiel in Predictive Analytics und im Risikomanagement. KI wird dabei zum Servicepartner für Entscheider in Unternehmen.



MODERATION
Dr. Torsten Mällée
Director International Business Development,
AEB GmbH,
Stuttgart,
Vorstand, BVL



Künstliche Intelligenz – Konzepte, Potenziale und Herausforderungen in der Logistik
Prof. Dr.-Ing. Frank Straube
Geschäftsführender Direktor, Leiter Bereich Logistik,
Institut für Technologie und Management,
Technische Universität Berlin; Beirat, BVL



Künstliche Intelligenz – Anwendungsbeispiele in der Logistik
Katja Busch
Chief Commercial Officer DHL & Head of CSI DHL Customer Solutions & Innovation,
Deutsche Post DHL Research and Innovation GmbH,
Bonn



Die weltweite Vernetzung der Aufzüge: „Intelligente Aufzüge“ als Einstieg in „Intelligente Gebäude“
Prof. Michael Cesarz
Chief Executive Officer MULTI,
thyssenkrupp Elevator AG,
Essen



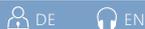
Intelligente Bevorratung: heute schon wissen, was morgen bestellt wird
Lennart Kirstein
Supply Chain Manager,
OTTO GmbH & Co KG,
Hamburg



Smart Supply Chain Management
Christoph Lieth
Leiter Arbeitsgruppe SCM/Produktion,
Bundesverband Künstliche Intelligenz e.V.,
Berlin

TECHNOLOGIEN

14.30 - 16.30 Uhr



Ort: InterContinental Berlin, Potsdam III

E 2

Schöne neue Arbeitswelt?

Für die Logistik mit ihren Dienstleistungen stehen der Kunde und auch der Endverbraucher im Fokus. Lange erfolgreiche Geschäftsmodelle und Arbeitsweisen geraten dabei auf den Prüfstand. Wie verändert die Digitalisierung die Arbeitswelt der Logistik, und wie sieht eine zeitgemäße Ausbildung aus? Digital und agil zu arbeiten, stellt die Frage nach den Kompetenzen von Führungskräften und Mitarbeitern. Wie lassen sich die Anforderungen im Veränderungsprozess und diejenigen neuer Geschäftsmodelle mit den vorhandenen Belegschaften erfolgreich umsetzen?



MODERATION
Dr. Kerstin Höfle
Head of Technology Management,
Körber Logistics Systems GmbH,
Bad Nauheim



Die Zukunft der Ausbildung in der Logistik
Simon Grupe
Referatsleiter kaufmännische und Dienstleistungsberufe,
DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V.,
Berlin



Work.Life.Flow
Markus Köhler
Leiter Personal und Mitglied der Geschäftsführung,
Microsoft Deutschland GmbH,
München



Prof. Dr. Yasmin Mei-Yee Weiß
Professur Personal, Organisation und Gender Studies,
Technische Hochschule Nürnberg



Christoph Mangelmans
Mitglied der Geschäftsleitung, Managing Director
Fashion & Online Retail,
FIEGE Logistik Stiftung & Co. KG,
Greven

METHODEN



Das könnte Sie auch interessieren:

BVL Webinare – Wissensvermittlung interaktiv und on demand

Verschaffen Sie sich in 60 Minuten einen Überblick über neue Technologien und Methoden, die Sie und Ihr Unternehmen erfolgreich in die digitale Zukunft führen. Gemeinsam mit Experten veranstaltet die BVL monatlich Webinare zu den aktuellen Themen. Verschaffen Sie sich ein Update und diskutieren Sie live Ihre Fragen mit unseren Referenten.

Anmeldung hierzu und bisherigen Webinare finden Sie unter www.bvl.de/webinar.



14.15 - 14.45 Uhr DE EN Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I E 0



Volker Ernst Gerhard Thomas
Generalmajor,
Kommandeur,
Logistikkommando der Bundeswehr,
Erfurt

Zukunftsorientierung – Kooperation mit der Wirtschaft

Die neue Bedeutung der Verteidigung wirkt sich insbesondere auf die Logistik der Bundeswehr aus. Eine Weiterentwicklung des logistischen Systems mit Rückgriff auf Leistungen aus der Wirtschaft und durch den Aufbau eines gemeinsamen europäischen Logistikverständnisses und daraus resultierenden direkten Partnerschaften trägt dazu bei, eine bessere Nutzung der Logistik zu erreichen.

14.45 - 16.30 Uhr DE EN Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I E 3

Was sichert den Erfolg in der Transportlogistik von morgen?

Der Transportmarkt hat sich stark gewandelt. Der Käufermarkt der vergangenen Jahre hat mit Engpässen zu kämpfen, die Digitalisierung macht große Fortschritte. Neue Geschäftsmodelle entstehen und bestehende Geschäftsmodelle ändern sich rasant. Die Marktteilnehmer probieren auf beiden Seiten neue Ansätze. In größerem Umfang denn je. In dieser Sequenz diskutieren Beteiligte die Ursachen für die aktuellen Herausforderungen und welche Lösungsansätze Erfolg für die Zukunft versprechen.

Diskussion mit



Dr. Andreas Biesenbach
Head of PRO Transportation & Warehousing Services,
Bayer AG,
Leverkusen,
Förderbeirat, BVL



Matthias Braun
Leiter Digitalisierung und Konzeptentwicklung,
Volkswagen Konzernlogistik GmbH & Co. OHG,
Wolfsburg



Hubertus Kobernuss
Geschäftsführender Gesellschafter,
Kobernuss Logistik GmbH,
Uelzen



Steffen Riedel
Leiter Logistik,
Eckes-Granini Deutschland GmbH,
Nieder-Olm

MODERATION



Kai Althoff
Vorstand,
4flow AG,
Berlin



Der Transportmarkt 2017/2018: Ein Überblick
Prof. Dr. Dirk Lohre
Professor Verkehrslogistik und logistische Dienstleistungen,
Hochschule Heilbronn

MÄRKTE

14.30 - 16.30 Uhr DE Ort: InterContinental Berlin, Charlottenburg E 4

Neues aus den Logistik-Think-Tanks

Wir setzen diese Sequenzreihe fort und präsentieren Ihnen erneut spannende Ergebnisse aktueller Studien von Universitäten, Forschungsinstituten, Interessenvertretungen und Beratungsunternehmen. Freuen Sie sich auf (digitale) Impulse aus den Think-Tanks, gewinnen Sie neue Erkenntnisse für Ihren (realen) Unternehmensalltag oder kommen Sie mit den Vertretern der Logistik-Think-Tanks ins Gespräch.



DEUTSCHER LOGISTIK-PREIS
2018

Gleich zu Beginn der Sequenz stellt der Träger des Deutschen Logistik-Preises 2018 sein ausgezeichnetes Konzept vor.



Branchenmonitor Logistik 2018 – der Wirtschaftszweig in Zahlen
Ann-Kathrin Kohl
Market Researcher, Strategic Market Insights,
Statista GmbH,
Hamburg



Bericht der Logistikweisen
Dr. Andreas Backhaus
Senior Vice President European Site Logistics Operations,
BASF SE,
Ludwigshafen



Kennzahlen für die Logistik: Der BVL Themenkreis Controlling von Logistik 4.0
Dr. Marc Pisko
Head of Logistics & Travel,
Horváth & Partner GmbH,
Frankfurt

MODERATION



Dr. Klaus-Peter Jung
Partner, Mitglied der Geschäftsleitung,
Miebach Consulting GmbH,
Frankfurt am Main,
Regionalgruppensprecher, BVL

SCIENCE RESEARCH

FREITAG, 19. OKTOBER 2018 35. DEUTSCHER LOGISTIK-KONGRESS

09.30 - 11.30 Uhr DE/EN EN/DE Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I F 1

Produktion und Fertigung von morgen

Wie werden sich die Strukturen von Produktion und Fertigung im Zeitalter smarter Fabriken verändern? Welche Chancen und Risiken sind mit der digitalen Transformation für die Beteiligten an der Wertschöpfungskette verknüpft? Diese und andere Fragen werden in der Fachsequenz behandelt. Basierend auf konkreten Anwendungsbeispielen beleuchten die Referenten aus verschiedenen Perspektiven, wie Unternehmen die Konzepte von Industrie 4.0 begreifen und in bestehende Prozesse und Strukturen integrieren.



MODERATION | IMPULSVORTRAG
Simon Motter
 Leiter Werklogistik,
 Audi AG,
 Ingolstadt



How the New Manufacturing Revolution is Redesigning Supply Chains
Mike Wilson
 Global Head of Logistics and Manufacturing,
 Executive Vice President,
 Panalpina Management Ltd., Basel, Schweiz



Digitales Netzwerkmanagement als Voraussetzung für eine modular-adaptive Wertschöpfungskette
Dr. Jan Christoph Meyer
 Head of Global Supply Management,
 LSG Group,
 Neu-Isenburg



Building a global win-win ecosystem, Create lifecycle value for customer
Lucheng Chen
 Vice President,
 Haier Household Appliances Industry Group Co., Ltd.,
 Qingdao, China

TECHNOLOGIEN

09.30 - 11.00 Uhr DE EN Ort: InterContinental Berlin, Potsdam III F 2

Lernen aus digitalen Projekten

Die Herausforderung, bestehende Prozesse zu digitalisieren und digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, führt zu einer Vielzahl von digitalen Projekten. Nicht immer verläuft das erfolgreich, nicht immer ist das Ziel sofort klar ersichtlich. Agile Entwicklungsansätze ermöglichen es, Konzepte auszuprobieren, und gehören mittlerweile zum Standard. Es gibt gute Beispiele, bei denen „Trial and Error“ am Ende zum Erfolg geführt hat. Wir zeigen drei.



MODERATION | IMPULSVORTRAG
Thomas Holzner
 Project Manager,
 Siemens AG,
 Nürnberg,
 Förderbeirat, BVL



Mitarbeiter als Erfolgsfaktor für die Digitalisierung
Stefan Peukert
 Chief Executive Officer & Founder,
 Masterplan.com,
 Bochum



Schnellboot vs. Tanker – Innovation trifft auf nicht innovative Umgebung
Kerstin Jourdan
 Senior Projektmanagerin Digitalisierung und Innovation,
 Digital Office, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW),
 Frankfurt am Main



Smarte Datenintegration – 7 Punkte, auf die es bei der digitalen Vernetzung ankommt
Steffen Brehme
 Entwicklungsleiter,
 Lobster GmbH,
 Pöcking

METHODEN

11.00 - 11.30 Uhr Siegerehrung des 2. BVL-Hackathon Informationen: S. 22 Ort: InterContinental Berlin, Potsdam III

	Das könnte Sie auch interessieren:	<ul style="list-style-type: none"> ■ BVL-Netzwerk für Young Professionals www.bvl.de/youngprofessionals Veranstaltungen für die Berufsanfänger in der Logistik ■ BVL-Blog www.bvl.de/blog Kurz und persönlich zu Fachthemen
--	------------------------------------	---



09.30 - 11.30 Uhr Ort: Pullman Berlin Schweizerhof, Conference Center F 3

Globalisierung

Politische Unsicherheit und die Gefahr einer wirtschaftlichen Blase bedrohen die internationale Geschäftsentwicklung auch im Jahr 2018. Neben den immer konkreter werdenden Brexit-Plänen nimmt die unberechenbare Handels- und Zollpolitik der USA an Fahrt auf. Der Krieg in Syrien bedroht den Weltfrieden. Dennoch ist die Globalisierung weiterhin ein maßgeblicher Wachstumstreiber. Gleichzeitig können neue Entwicklungen wie das gigantische Infrastrukturprojekt „Neue Seidenstraße“ zu einer Verschiebung im Welthandel führen. Es lohnt sich, einen Blick auf die spannenden Märkte der Zukunft zu werfen, um zu den First Movern am Markt gehören zu können.



MODERATION
Sue Kim
Director of Planning and Coordination,
Media K&, Seoul, Korea



Konjunktureller Ausblick anhand des gKNI-Indikators
João Monteiro
Managing Director,
LogIndex AG,
Schindellegi, Schweiz



Belt and Road Initiative: Die „Neue Seidenstraße“
Rudolf Scharping
Bundesminister a.D.,
Vorstand,
Rudolf Scharping Beratung Kommunikation AG,
Frankfurt am Main



Logistics Developments in Africa
Teodros Abraham
Managing Director,
CLS Logistics Services PLC,
Addis Abeba, Äthiopien

MÄRKTE

09.30 - 11.00 Uhr Ort: InterContinental Berlin, Charlottenburg F 4

Science Pitch

Lassen Sie sich davon überzeugen, dass Forschung nicht trocken und langatmig ist, sondern spannend und erstaunlich praxisrelevant! In dieser Sequenz pitchten ausgewählte Forschungspartner der BVL und stellen ihre Projekte kurz vor. Je nach Projektfortschritt wird auch die Einbindung von Unternehmenspartnern dargestellt – bei einigen Projekten ist daraus schon eine echte Erfolgsgeschichte geworden. Einige Beispiele finden Sie auch unter www.bvl.de/service/forschungsfoerderung.



MODERATION
Dr.-Ing. Volker Jungbluth
Head of Technology,
KARDEX Germany GmbH,
Bellheim
Förderbeirat, BVL

Erfolgsgeschichte Flexförderer
Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans
Institutsleiter, Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Fördertechnik (IFL),
Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats, BVL

Mit dem Phänomen der Autokorrelation zum Wissenschaftspreis Logistik 2017
Dr.-Ing. Sebastian Rank
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Technische Universität Dresden

Wie man die Motivation von Lagermitarbeitern verbessert
Moike Buck
Gruppenleiterin, Fraunhofer-Arbeitsgruppe für
Supply Chain Services, Nürnberg

Blockchain – Potenziale für KMU
Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Kersten
Institutsleiter, Institut für Logistik und Unternehmensführung, Hamburg
Wissenschaftlicher Beirat, BVL

Urban Logistics Facilities
Jan-Karl Knigge
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Technische Universität Darmstadt

LernLager
Daniel Mezger
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Universität Stuttgart

Analyse der Logistik-Performance
Lasse Härtel
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Leibniz Universität Hannover

Qualitätssteigerung in globalen Wertschöpfungsnetzwerken
Stefan Treber
Akademischer Mitarbeiter,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Tracking von Bewegungsabläufen
Prof. Dr.-Ing. habil. Hermann Lödding
Institutsleiter, Institut für Produktionsmanagement und -technik,
Hamburg

Ersatzteil-Pooling
Yannic Hafner
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Technische Universität München

SCIENCE | RESEARCH

11.00 - 11.30 Uhr Ort: InterContinental Berlin, Charlottenburg

Verleihung des Wissenschaftspreises Logistik 2018

Der Vorsitzende der Jury Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Kersten verleiht gemeinsam mit Kai Althoff als Vertreter des Sponsors 4flow den Wissenschaftspreis Logistik 2018.



WISSENSCHAFTSPREIS LOGISTIK
2018

 14.00 Uhr

PLENUM

12.00 - 12.30 Uhr	 DE  EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	G 1
	Sigmar Gabriel MdB, Bundesminister a.D., Berlin	Herausforderungen Deutschlands und Europas in einer unbequemen Welt	Politische Rahmenbedingungen spielen für die Ausgestaltung weltweiter Liefer-Netzwerke eine erhebliche Rolle. Der bevorstehende Brexit, neu aufkeimender Protektionismus, die Entwicklung Chinas zum Global Player oder die grundsätzliche Infragestellung von Multilateralismus lassen die Welt unbequemer erscheinen. In der Abschlussequenz kommentiert Bundesaußenminister a.D. Sigmar Gabriel die Situation Deutschlands und Europas.

12.30 - 12.55 Uhr	 DE  EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	G 2
	Rubin Ritter Vorstandsmitglied, Zalando SE, Berlin	Das Ökosystem für Mode in Europa	Als Europas führende Online-Plattform für Mode verbindet Zalando die Akteure der Modewelt, um seinen über 23 Millionen aktiven Kunden in 15 Märkten das bestmögliche Einkaufserlebnis zu bieten. Über neue Geschäftsmodelle wie Zalando Fulfillment Solutions können zusätzlich auch Markenpartner die Zalando-Plattform nutzen. Mehr Kapazitäten, Automatisierung und Digitalisierung in der Logistik sind dabei entscheidend.

12.55 - 13.20 Uhr	 DE  EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	G 3
	Andreas Schick Vorstand für Produktion, Logistik und Einkauf, Schaeffler AG, Herzogenaurach	Mobilität von morgen – interne und externe Herausforderungen und Lösungsansätze im Kontext der Logistik	Nachhaltige und effiziente Mobilität von Menschen und Gütern sind erfolgsentscheidend für die Logistik. Die Firma Schaeffler versteht sich als aktiver Gestalter von Mobilitätslösungen. Vor dem Hintergrund aktueller interner und kundenseitiger Herausforderungen in der Logistik fokussiert der Beitrag auf die Digitalisierung im Supply Chain Management sowie auf innovative Kundenlösungen im Bereich der urbanen und interurbanen Mobilität.

13.20 - 13.45 Uhr	 DE  EN	Ort: InterContinental Berlin, Potsdam I/III	G 4
	Julie Linn Teigland Regional Managing Partner – Germany, Switzerland, Austria, Ernst & Young GmbH, Stuttgart	Zukunft der Arbeit im Dialog	Schon heute werden die Auswirkungen disruptiver Technologien wie KI, Robotics und IoT sichtbar. Was sie für unseren zukünftigen Arbeitsalltag bedeuten, ist teils noch Spekulation. Klar scheint jedoch: Viele Berufe werden sich grundlegend verändern. Der Transformationsprozess bietet die Chance einer Refokussierung des Skillsets: Führung, Innovation und Teaming bilden die erfolgsentscheidenden Faktoren agiler Organisationen.
	Robert Blackburn Vorsitzender des Vorstands, Bundesvereinigung Logistik (BVL), Bremen		

Bitte notieren Sie diesen Termin in Ihrem Kalender:



**36. DEUTSCHER
LOGISTIK-KONGRESS**
23. - 25. Oktober 2019

B1

Robotik und autonome Logistik

Autonome Roboter – Neue Potentiale für eine flexible Logistik

1. Einleitung

2. Stand der Technik

- 2.1. Die Entwicklung zur autonomen Logistik – Gestern, heute und morgen am Beispiel von FTS und der Bedarf nach autonomer Steuerung von Robotersystemen innerhalb logistischer Prozesse
- 2.2. Roboter und Drohnen auf der letzten Meile – Schnelle und flexible Helfer
- 2.3. Pick-by-Robot – Kommissionierroboter revolutionieren die Intralogistik

3. Zukunftstrends aus der Forschung

- 3.1. Intelligente Flurförderzeuge
- 3.2. Mensch-Roboter-Interaktion bei der Entladung von Containern

4. Fazit

Über die Autoren

Quellen

Autonome Roboter – Neue Potentiale für eine flexible Logistik

Dr.-Ing. Hendrik Thamer, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Universität Bremen, CEO, cellumation GmbH, Bremen

Thies Beinke, Abteilungsleiter Robotik und Automatisierung, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Universität Bremen

Claudio Uriarte, Robotik und Automatisierung, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Universität Bremen, CTO, cellumation GmbH

Marius Veigt, Abteilungsleiter Systemgestaltung und Planung, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Universität Bremen

Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag, Direktor, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Universität Bremen

1. Einleitung

Im Gegensatz zum Einsatz von Robotern in standardisierten Produktionsprozessen, in denen die Umgebungs- und Einsatzbedingungen größtenteils bekannt und konstant sind, müssen Roboter in dynamischen Logistikprozessen flexibel und anpassungsfähig gegenüber variablen Umgebungsbedingungen und nicht standardisierten Gütern sein. Durch die Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz und die Vernetzung durch Industrie 4.0 werden Roboter in Zukunft auch komplexe Aufgabenstellungen in der Logistik zuverlässig ausführen können. Just-in-Sequence Zulieferungen, stetig steigende Kundenanforderungen an eine höhere Individualität der Produkte – bis hin zur Losgröße 1 – und nicht zuletzt die Volatilität der Märkte stellen hier hohe Anforderungen an die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Logistik, die durch Robotersysteme erfüllt werden können. Ausgehend von den vielfältigen Möglichkeiten neuer Sensorsysteme und intelligenter Analysemethoden aus der künstlichen Intelligenz werden diese Systeme vermehrt und mit einem hohen Tempo in logistische Prozesse integriert werden. Um diese Zeitkomponente besser einschätzen zu können, lohnt sich ein Rückblick in die Einführung von Robotersystemen in die Produktion.

Im Zug der dritten industriellen Revolution seit den 60er Jahren begann die stetige Automatisierung der Produktionsprozesse. Rationalisierungen und variantenreiche Serienproduktion wurden ermöglicht (Bauernhansl u. a. 2014). Hierbei stellt die Steigerung der Produktivität einen zentralen Vorteil der Automatisierung dar. Am Beispiel der Analyse der Beschäftigungs- und Produktionszahlen der Automobilindustrie der Jahren 2000 bis 2011 ist dies gut abzubilden: Die Fahrzeugproduktion erhöht sich von 5,5 Mio. auf 6,3 Mio., während sich die Beschäftigtenzahl von 765.000 auf 719.000 verringerte (Wallergang 2012). Weitere Vorteile der Automatisierung waren hier die Senkung der

Fertigungskosten, die Abschaffung von nicht ergonomischer Arbeit sowie die Verstärkung der qualifizierten Arbeit (dts Nachrichtenagentur 2015).

In diesem Kontext stellten Industrieroboter für die Branche eine entscheidende Automatisierungstechnik dar. Die positive Korrelation zwischen dem Anteil der durch Industrieroboter durchgeführten Arbeiten und der Termintreue konnte bereits 2009 nachgewiesen werden (Kinkel 2009). Bedingt durch die Relevanz der Termintreue für die Logistik wird das Potential des Technologieeinsatzes für diese Branche ersichtlich. Diesen Potentialen stehen jedoch, insbesondere bei der Kommissionierung, der Entladung oder der Lieferung auf der letzten Meile, deutlich größere Herausforderungen als in der Produktionsautomatisierung gegenüber. Durch die hohe Produktvarianz in Größe, Form und Gewicht, sind kognitive Fähigkeiten und anpassbare Systeme erforderlich (Bauernhansl u. a. 2014). Zudem sind abgezügelte Automatisierungsbereiche wie in der Produktion selten möglich und die Roboter müssen im direkten Umfeld mit Menschen zusammenarbeiten. Diesen Anforderungen stehen die Eigenschaften von Industrierobotern gegenüber, welche meist unflexibel und unzugänglich sind und nicht die Fähigkeit besitzen, flexibel mit ihrer Umwelt zu agieren (Paletta 2015). Die Unterstützung des Menschen durch Roboter führt damit zu den nachfolgenden Forderungen, welche in Anbetracht des großen Anteils an manuellen Prozessen in der Logistik, für die Branche besonders wichtig sind:

1. Roboter müssen in der Lage sein, unterschiedlichste Objekte in Form, Gewicht und Robustheit schnell zu handhaben und zu bewegen, ohne eine Beschädigung zu verursachen.
2. Eine Kooperation von Mensch und Maschine ist, bedingt durch personalintensive und hochkomplexe Prozesse, in naher Zukunft unausweichlich. Die Roboter müssen daher sicher und ungefährlich für den Mitarbeiter agieren.

In der Mensch-Roboter-Kollaboration mit Industrierobotern herrscht in spezifischen Bereichen aktuell noch eine strikte Trennung vom Arbeitsbereich des Mitarbeiters und des Roboters, um ein Verletzungsrisiko ausschließen zu können. Diese Trennung birgt allerdings viele Nachteile in sich, da die Aufteilung der Arbeitsbereiche zu einer geringeren Produktivität und einem hohen Planungsaufwand führt (Müller 2012, DIN ISO 10218-1, DIN ISO 10218-2, Mattias 2015). Ein Trend für die zukünftige Arbeitsweise in der Industrie stellt die enge und arbeitsbereichsteilende Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter in der Mensch-Roboter-Kollaboration dar (Daimler AG 2012).



Abbildung 1: Mensch-Roboter-Kollaboration

Auch für die Logistik bietet die Mensch-Roboter-Kollaboration viele Vorteile. So können Roboter in dynamischen Umgebungen direkt mit Menschen interagieren und Aufgaben gemeinsam übernehmen (vgl. Abbildung 1). Dies stellt die Grundlage moderner Robotersysteme dar, welche nachfolgend im Abschnitt über den Stand und die Entwicklung der Technik in der Praxis an den Beispielen fahrerloser Transportsysteme (FTS) – Entwicklung von automatischen zu autonomen Systemen und Bedarf nach Steuerung von autonomen Logistiksystemen – sowie Kommissionierroboter und *Lieferdrohnen* – Technologien auf der letzten Meile – aufgegriffen wird. Hieran schließen sich aktuelle Forschungs- und Entwicklungsgegenstände im Kontext der Intralogistik an, welche den Faktor Mensch hinsichtlich der Sicherheit sowie der Arbeitsunterstützung beschreiben. Den Abschluss dieses Beitrags stellen eine Zusammenfassung sowie die Beschreibung von weiterführenden Aktivitäten in diesem Kontext dar.

2. Stand der Technik

Die Entwicklung des Technologieeinsatzes in der Logistik hat aus einer vorrangig von manuellen Tätigkeiten dominierten Branche über die Evolutionsstufen eine Branche mit vielen hoch automatisierten Prozessen und in Teilen autonomisierten Bereichen erwachsen lassen. An den Beispielen des FTS sowie des Technologieeinsatzes in der Kommis-

sionierung und des Einsatzes in der letzten Meile soll nachfolgend diese Entwicklung aufgezeigt werden.

2.1. Die Entwicklung zur autonomen Logistik – Gestern, heute und morgen am Beispiel von FTS und der Bedarf nach autonomer Steuerung von Robotersystemen innerhalb logistischer Prozesse

Ausgehend vom Weltwirtschaftsboom des 20. Jahrhunderts entstanden erste, einfache FTS, an die sich über die Jahre eine erhebliche technologische Entwicklung anschloss. Stellte die erste Generation einfache spurfolgende Fahrzeuge mit taktilen Sensoren (z. B. Notstoppbügel mit mechanischen Schalter) dar, beinhaltete die zweite Generation bereits eine aktive induktive Spurführung, deren Blockstreckensteuerung mithilfe von einfachen Rechnern auf den Fahrzeugen realisiert wurde. Die dritte Generation, welche von Mitte der 1990er-Jahre bis ca. 2010 den Stand der Entwicklung darstellte, war gekennzeichnet von leicht anzupassenden und austauschbaren Magnetspuren statt der bisherigen Leitdrähte, der Möglichkeit der induktiven Aufladung der Akkus, die Anpassung der Geschwindigkeit an die Umgebung, dem kontaktlosen Auslesen von Transpondern zur Informationsweitergabe sowie der Laser-Navigation zur Orientierung der Systeme im Raum. Die Entwicklung der Informationstechnologie stellt vorrangig den Treiber der Weiterentwicklung zur vierten Generation dar, an dessen Schwelle wir aktuell stehen. Dies umfasst beispielsweise den Bereich der Bildverarbeitung oder der Maschine zu Maschine Kommunikation, welche die Grundlage für zukünftiges eigenständiges Handeln bilden und damit den Schritt von automatischen zu autonomen Systemen ebnet. (Ullrich 2014, Fläming 2015)

Die wesentlichen Unterschiede von bestehenden Systemen und autonomen Fahrzeugen sind in der Navigation und der Anzahl der Freiheitsgrade zu ermitteln. Während FTS bisher in einem eingeschränkten Gebiet fahren, welches zumeist durch im Boden eingelassene induktive Drähte, auf der Bodenoberfläche verlegte Magnetbänder, visuelle Farbspuren oder künstliche, im Boden eingelassene Rastermarken ausgestattet ist, sind autonome Fahrzeuge in der Lage, frei und ohne o.g. Voraussetzungen mit Verfahren der künstlichen Intelligenz und Bildverarbeitung zu navigieren. Hieraus ergibt sich ein plastisches Beispiel für das Differenzierungsmerkmal der Freiheitsgrade. Neben der Strecke stellt auch die Geschwindigkeit ein weiteres gutes Beispiel hierzu dar (Ullrich 2014). Ein großskaliges Beispiel stellen die auf dem Containerterminal Altenwerder eingesetzten AGVs (Automated Guided Vehicles) dar, welche zwischen den Übergabestellen des Blocklagers und den Containerbrücken agieren. Hierzu wurden auf dem Gelände 19.000 Transponder ins Fundament eingelassen, welche die Navigation und die Ortung sicherstellen (HHLA 2016).

Eine entscheidende Komponente auf dem Weg von automatischen zu autonomen Systemen stellt die Steuerung dar. Autonome Steuerungssysteme betrachten jede Systemkomponente als dezentrale, agile Einheit, welche auf Basis ihrer lokalen Informationen

selbstständig Entscheidungen trifft. Dadurch ist eine selbstorganisierende, adaptive Logistik möglich. Ein Synonym hierfür ist die Selbststeuerung logistischer Prozesse, welche gegeben ist, wenn das logistische Objekt (z.B. Palette, Container, Stapler, LKW) Informationsverarbeitung, Entscheidungsfindung und -ausführung selbst leistet (Scholz-Reiter et al. 2008).

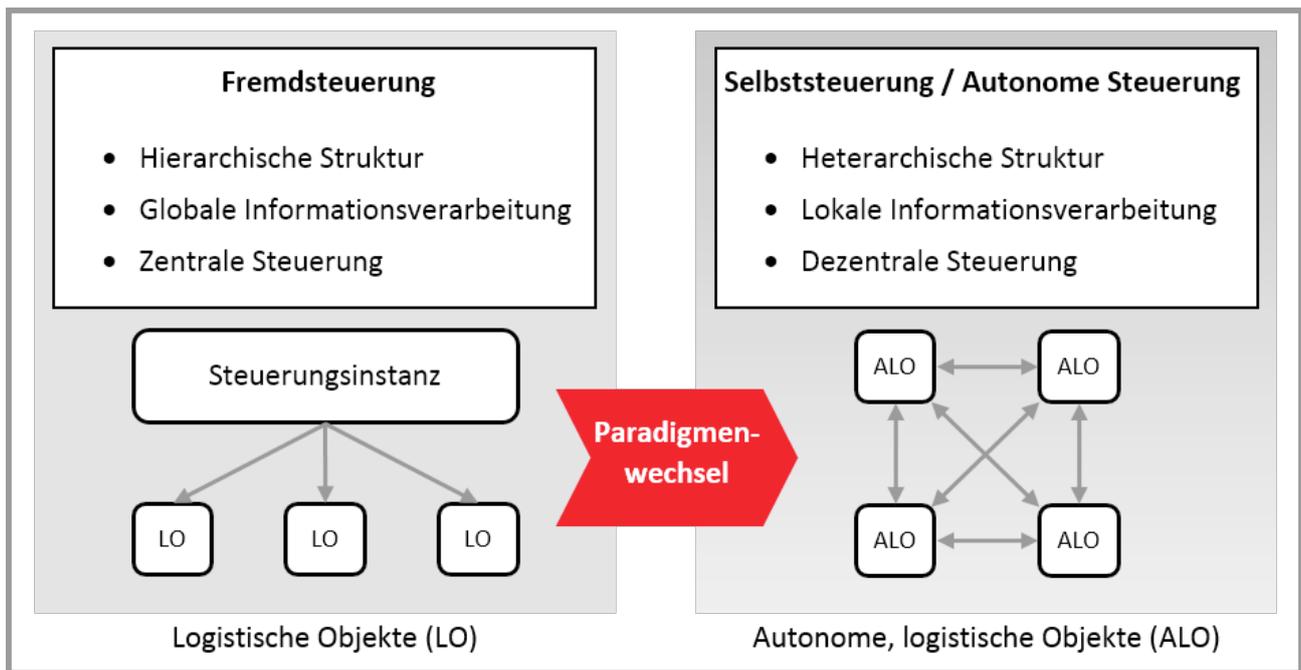


Abbildung 2: Vergleich von Fremd- und Selbststeuerung
(in Anlehnung an Sonderforschungsbereich 637 2018)

Durch die Dezentralisierung der Steuerungsentscheidungen wird ein komplexes Entscheidungssystem in viele, wesentlich weniger komplexe Teile mit dem Ziel zerlegt, dass diese autonomen Objekte sehr flexibel sind und schnell auf Veränderungen reagieren können. Durch das Zusammenwirken der logistischen Objekte wird eine positive Emergenz erzielt. Das bedeutet, dass jedes Objekt zwar sein eigenes Ziel verfolgt, durch das Zusammenwirken der autonomen Objekte jedoch das Ziel des Gesamtsystems erreicht wird (Windt und Böse 2007). Durch diesen Paradigmenwechsel von einer zentralen Fremdsteuerung hin zu einer dezentralisierten Selbststeuerung durch die logistischen Objekte soll die Forderung nach einer Steigerung der Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit industrieller und logistischer Systeme erreicht werden (Plattform Industrie 4.0, BVL 2017). Die Abbildung 2 stellt den Unterschied zwischen der zentralen Fremdsteuerung und der dezentralen Selbststeuerung schematisch dar.

Der Ansatz der Selbststeuerung lässt sich sowohl in Anwendungen in der Transportlogistik, Intralogistik als auch der Produktionslogistik gewinnbringend einsetzen (Freitag et al. 2004, Kirks et al. 2012). In Untersuchungen mittels Materialflusssimulationen wur-

den die Vorteile selbststeuernder Systeme z. B. hinsichtlich Flexibilität in der Transportlogistik (Rekersbrink und Wenning 2011) und Effizienzgewinn in der Produktionslogistik (Görges et. al. 2009) gegenüber konventionell fremdgesteuerten Logistiksystemen evaluiert. Die hierfür entwickelten Steuerungsmethoden basieren beispielsweise auf Vorbildern aus der Natur (dem Ameisen- oder dem Bienenstaat) sowie aus der Datenkommunikation. Beispielsweise können sich Pakete durch ein Logistiksystem selbststeuern, ähnlich wie sich Datenpakete autonom durch das Internet routen (Scholz-Reiter et al. 2004).

Selbststeuernde Logistiksysteme weisen insbesondere dann eine bessere Performance als zentral fremdgesteuerte Logistiksysteme auf, wenn die Logistiksysteme komplex sind und durch Störungen, wie Maschinenausfälle, Kundenänderungen usw., beeinflusst werden (Rekersbrink und Wenning 2011, Scholz-Reiter et al. 2010). Dies setzt jedoch voraus, dass das Logistiksystem eine entsprechende Flexibilität bzw. eine Redundanz aufweist, die selbststeuernde Systeme ausnutzen können, um auf die Störungen zu reagieren.

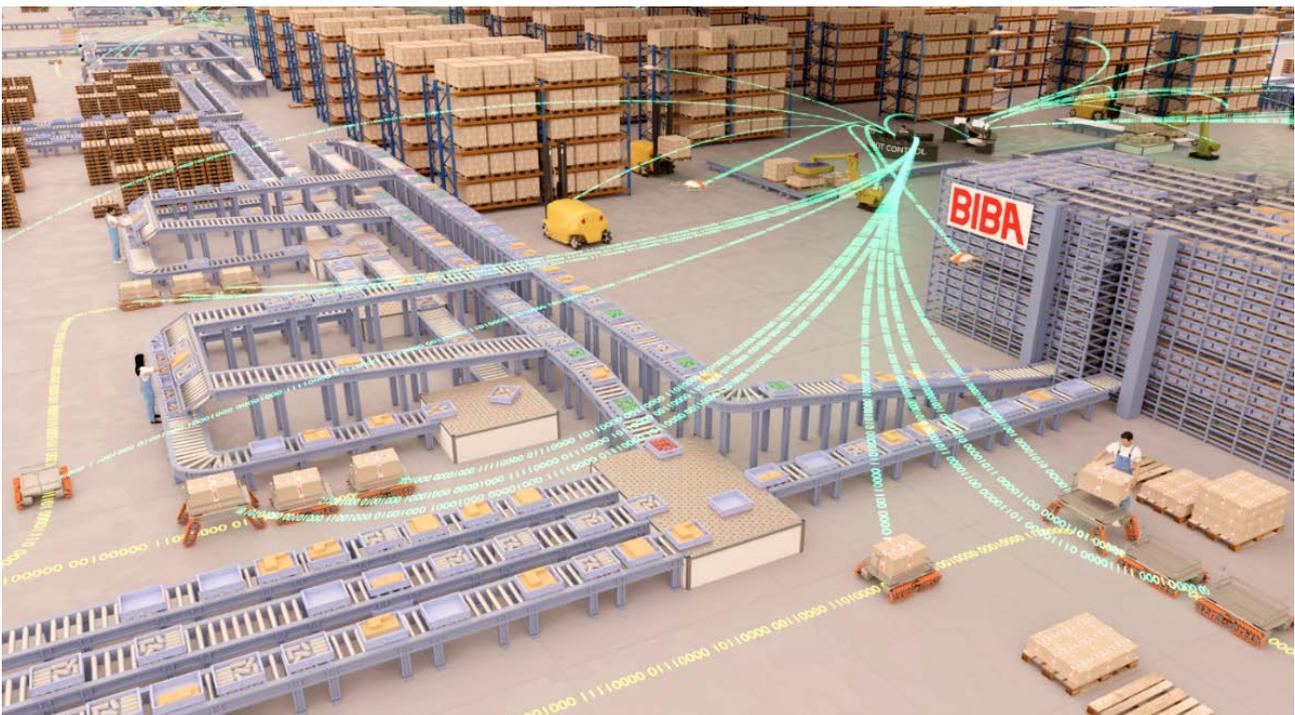


Abbildung 3: Steuerung autonomer Systeme in der Logistik (Freitag et al. 2017)

Der Vorteil zentraler Planungs- bzw. Steuerungsverfahren liegt bei einer geringen Dynamik (weniger Störungen) in der höheren Planungsgenauigkeit, z. B. hinsichtlich der Maschinenbelegung oder der zeitlichen Abfolge der Produktionsaufträge und einem höheren Grad an Optimalität. Die neuere Forschung untersucht daher Methoden, um zen-

trale Planung mit dezentraler, autonomer Steuerung zu kombinieren und so die Vorteile beider Ansätze zu verbinden (Grundstein et al. 2015, Grundstein et al. 2016).

Neben der Grundlagenforschung zur Entwicklung der Steuerungsmethoden führen insbesondere die Arbeiten im Umfeld „Industrie 4.0“ dazu, dass technische Voraussetzungen geschaffen werden, um selbststeuernde Logistiksysteme einzuführen. Hierbei stellen die im vorherigen Kapitel beschriebenen technologischen Entwicklungen in der Robotik eine grundlegende Voraussetzung dar. In diesen Szenarien stellen die Roboter ein zusätzliches autonomes logistisches Objekt dar, welches in den Prozess integriert werden kann. Trotz aufkommender Selbststeuerung und voranschreitender Automatisierung wird der Mensch in der Logistik weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Roboter werden den Menschen weiterhin bei seiner Arbeit unterstützen, z. B. wichtige Informationen aus unterschiedlichen IT-Systemen zusammenführen und aufbereiten, sodass der Mensch Planungs- und Steuerungsentscheidungen schnell und sicher treffen kann (Plattform Industrie 4.0). Ein Beispiel für eine solche Kommunikations- und Steuerungsarchitektur ist in Abbildung 3 dargestellt. Hier kommunizieren alle logistischen Objekte mit einer zentralen Steuerungsstation, wo Menschen die Objekte überwachen und bei Bedarf steuern können.

2.2. Roboter und Drohnen auf der letzten Meile – Schnelle und flexible Helfer

Der zunehmende Kostendruck in der Paketlogistik führt zu einem erheblichen Bedarf an innovativen technischen Lösungen für die letzte Meile. Die Gestaltung dieser technischen Lösungen ist hierbei maßgeblich vom Endkunden und seinen Anforderungen sowie von der Infrastruktur, der Bebauung und dem Verkehrsaufkommen geprägt. Neben diesen Rahmenbedingungen stellt das Dilemma aus Zeitdruck, hohen Qualitätsanforderungen und hohem Kostendruck das Gerüst für die Entwicklung neuer innovativer Lösungsansätze dar (Clausen et al. 2016). Ausgehend von den Veränderungen des Konsumverhaltens, verbunden mit der stetigen Optimierung der Lieferperformance, werden bis 2025 voraussichtlich 40% aller Lieferungen via „Same-Day“ sowie „Instant-Delivery“ erfolgen (aktuell ca. 1%) und es ist von einer Verdoppelung des Paketvolumens auszugehen (VerkehrsRundschau 2016). Basierend auf dieser anstehenden Veränderung eröffnen autonome Transportsysteme die Möglichkeit, bestehende letzte Meile-Strukturen völlig neu zu denken und neue Logistiklösungen zu realisieren (Clausen et al. 2016). Ausgehend von diesen Zukunftsaussichten werden nachfolgend die zwei Ansätze Lieferdrohne und Lieferroboter betrachtet und die Potentiale, Anwendungsfelder und Herausforderungen beschrieben.

2.2.1. Drohnen – die neuen Könige der Lüfte?

Amazons Prime Air, der DHL-Paketkopter oder das Projekt Google Wing verdeutlichen, dass Drohnen als Transportsysteme nicht nur auf dem Papier existieren, sondern bereits in der Praxis angekommen sind.

Der Internetkonzern Amazon, der 2015 in Deutschland mit 13 Mrd. € rund ein Fünftel des gesamten Onlinehandel-Umsatzes erwirtschaftete, ist gleichzeitig auch ein Treiber der letzten Meile und engagiert sich seit Jahren mit innovativen technischen Lösungen für die Logistik. Ziel des Unternehmens ist eine Drohne mit einer Nutzlast von maximal 2,5 kg. Als Zeitfenster von der Bestellung bis zur Ankunft sind maximal 30 Minuten bei Amazon Prime Air vorgesehen. Darüber hinaus ist die Voraussetzung für die Belieferung per Drohne eine maximale Entfernung von 15 km von der Amazon-Niederlassung. Die erste Drohne stellte Amazon unter dem Stichwort „Amazon Prime Air“ im Jahr 2013 vor. Dabei handelte es sich noch um einen Quadrocopter. Im Jahr 2015 wurde eine Kombination aus Flugzeug – für die Flugstrecke – und einem Hubschrauber – für Start und Ladung – präsentiert.

DHL startete bereits 2013 mit Drohnenexperimenten, indem Mitarbeiter während eines einwöchigen Testbetriebs die Möglichkeit hatten, Medikamente bei einer Partner-Apotheke auf der anderen Straßenseite der Unternehmenszentrale in Bonn zu bestellen. Der Versuch wurde damals noch mit dem Paketkopter 1.0 manuell durch einen Piloten durchgeführt. Ziel dabei war, erste Erkenntnisse bezüglich Flugverhalten und Zuverlässigkeit bei verschiedenen Wetter- und Windbedingungen zu erfassen (DHL 2016). Darauf folgend führte das Unternehmen im Jahr 2014 auf Basis der Erkenntnisse ein Projekt auf der Nordseeinsel Juist durch. Dabei flog der Paketkopter 2.0 der Firma Microdrones mit vier elektrisch betriebenen Rotoren eine festgelegte Route über das Wattenmeer automatisch ab (Beecken 2016). Die Zulieferung fand erstmals vollständig autonom statt, sodass während des Flugs kein Eingreifen durch Piloten notwendig war. Diesbezüglich wurde eine Autopilot-Technologie mit automatischer Start- und Landefunktion entwickelt. Zuletzt wurde der Paketkopter für den Einsatz in der Bergregion der bayrischen Gemeinde Reit im Winkl weiterentwickelt. Der Paketkopter 3.0 wird mithilfe seiner besonderen Tiltwing-Technologie senkrecht starten und benötigt daher keine Start- und Landebahn (DHL 2016). Nach Anlaufschwierigkeiten aufgrund von schlechten Wetterbedingungen gelang es dem Unternehmen als weltweit erster Anbieter, Kunden direkt in die Belieferung von Paketen per Drohne einzubinden (Handelsblatt 2016).

Das Projekt „Google Wing“ hat im Jahr 2014 seine ersten Drohnen vorgestellt. Nachdem die Drohne in Bezug auf Technik und Software verfeinert wurde, führte das Unternehmen in einem nächsten Schritt im Jahr 2014 mit einem Prototyp zahlreiche Testflüge auf privaten Flugplätzen durch oder lieferte testweise kleinere Objekte auf Farmen in Australien aus (Teller 2017). Im Rahmen einer Studie der US-Flugaufsichtsbehörde FAA testete das Unternehmen dann im September 2016 sein Liefersystem auf dem FAA Testgelände an der Virginia Polytechnic Institute and State University. Aktuell ist das

Unternehmen bemüht, die rechtlichen Herausforderungen durch enge Zusammenarbeit mit zivilen Luftfahrtbehörden und Flugsicherungen zu meistern. In Bezug auf die Konstruktion der Drohne wurde der Fokus auf ein aerodynamisches Design und geräuscharme Technik gelegt (Company 2017).

Potentiale und Anwendungsfelder

Aktuell hat sich noch kein klares Anwendungsfeld für die Transportdrohne auf der letzten Meile herausgebildet. Aktuelle Studien gehen davon aus, dass bis 2030 durch Drohnen grundsätzlich eine kostengünstige und emissionsfreie Zustellung über die Luft auf kurzen Strecken ermöglicht werden kann, wobei der Fokus aufgrund von technischen Gegebenheiten auf besonders eiligen Sendungen im lokalen Raum liegt. Der Ansatz ermöglicht es den Logistikdienstleistern überlastete Infrastrukturen zu umgehen oder ohne Infrastruktur eine neue „letzte Meile“, für die bislang kein Transportmittel existierte, zu schaffen (Clausen et al. 2016). Daher bildet der Einsatz von Drohnen für den Paketdienst in Großstädten erhebliches Entlastungspotential (Heutger 2014). Bezugnehmend auf die Nutzlast bezeichnet Amazon 90% der verschickten Sendungen als „drohnenfähig“, da ihr Gewicht in der Regel unter 2,5 kg liegt (Clausen et al. 2016). Der Übergang von der klassischen Paketzustellung hin zu einer gesteigerten Liefergeschwindigkeit durch den Einsatz von autonomen Drohnen bedarf neben der Drohne an sich auch der Entwicklung von Autopilotensystemen in Kombination mit Sensortechnologien, welche es der Drohne ermöglichen die Umgebung zu erfassen und eigenständig Pakete zu liefern.

Herausforderungen

Neben den Vorteilen durch den Einsatz von Drohnen auf der letzten Meile birgt diese Form von Transportmedium einige Nachteile, welche jedoch vielmehr als zentrale Anforderungen an die Drohnen betrachtet werden, die notwendig sind, damit Drohnen für den Einsatz auf der letzten Meile verwendet werden können. Die nachfolgende Tabelle stellt diese Anforderungen dar.

Tabelle 1: Anforderungen an Lieferdrohnen und Rahmengestaltung (Heutger 2014, Gersum 2015, Clausen et al. 2016, DEKRA 2016)

Anforderung	Beschreibung
Überlastung des Luftraums	<ul style="list-style-type: none"> – Eine Aufnahme der Drohne als klassisches Transportmedium in der Logistik bedarf der Integration in bestehende urbane Strukturen – Die begrenzten Luftraumkapazitäten sind mit Helikoptern und Flugzeugen zu teilen

<p>Infrastruktur</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Im Gegensatz zu Transportmitteln, wie Zügen, Schiffen oder Autos, die einem bestimmten Verkehrsnetz folgen, kann sich die Drohne immer und überall fortbewegen, was jedoch eines größeren Steuerungsaufwands bedarf - Drohnen können ohne definiertes Verkehrsnetz bei einem technischen Ausfall an jedem Ort abstürzen
<p>Technik</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mit ca. 16 km ist die Reichweite der akkubetriebenen Roboter relativ gering - Die maximale Traglast von ca. 2,5 kg begrenzt das Liefergewicht - Die Begrenzungen führen zum Bedarf eines Netzes an Verteilerzentren (fulfillment center) und Ladeinfrastrukturen
<p>Soziale Akzeptanz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemeine Angst gegenüber neuartigen Technologien - Bedingt durch Kameras und Sensoren, welche an der Drohne angebracht sind, besteht die Gefahr der Verletzung der Privatsphäre - Verlust des persönlichen Kontakts bei der Zustellung und evtl. subjektives Empfinden der Reduktion der Service-Qualität - Angst vor Verlust / Diebstahl der Ware bei der Zustellung
<p>Kosten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lieferung erfolgt erst, wenn der Kunde die Lieferung abrufen -> Steigerung der Zustellquote auf nahezu 100% - Im Vergleich zu klassischen Paketfahrzeugen fliegen Drohnen keine Touren mit mehreren Zustellstopps, sodass auch auf der letzten Meile in Großstädten ein insgesamt überschaubares Anwendungspotenzial resümiert werden kann
<p>Regulatorische Hürden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gewerbliche Drohnenutzer benötigen gegenwärtig eine entsprechende Aufstiegserlaubnis - Drohnen dürfen nur in Sichtweite eines Operators fliegen - Beschränkung des Einsatzraums, durch Flugverbotszonen, wie das Berliner Regierungsviertel oder Flughäfen
<p>Sicherheit und Zuverlässigkeit</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Einfluss Dritter oder naturbedingte Einflüsse (u. a. Vogelschlag, Wetterverhältnisse) - Angriff auf das System durch Dritte mit dem Ziel des Diebstahls der Ladung oder des Systems, die Zerstörung des Systems oder den Einsatz in Form einer Waffe

2.2.2. Lieferroboter – der Postbote des 21. Jahrhunderts?

Beschreibung der Systeme

Unter einem Lieferroboter wird ein fahrerloses Transportmittel verstanden, welches Sendungen über kürzere Entfernungen zu einem privaten Endkunden transportiert. In der Regel fahren Lieferroboter für die Endkundenbelieferung primär auf Gehwegen, besitzen nur begrenzten Laderaum und haben keine Fahrerkabine (Clausen et al. 2016).

Der Lieferroboter der Firma Starship wird elektrisch betrieben und bewegt sich im Schrittempo mit maximal sechs km/h auf Bürgersteigen und Fußwegen. Der Roboter wiegt etwa 20 kg und verfügt über ein gesichertes Fach, in dem Sendungen mit einem Gesamtgewicht von maximal 15 kg in einem Umkreis von fünf km transportiert werden können (Beecken 2016). Dabei soll die Lieferung innerhalb von 30 Minuten erfolgen und darüber hinaus der Sendungsempfänger die Möglichkeit haben, unter Angabe von präzisen Lieferterminen, seine Lieferung zu einem gewünschten Zeitpunkt zu empfangen. Der Lieferroboter fährt überwiegend autonom und kann bei unlösbaren Situationen ferngesteuert werden (Clausen, Stütz, et al. 2016). Hierzu ist dieser mit GPS, Ultraschallsensoren und neun Kameras ausgestattet, um seine Umgebung zu erfassen und eine Verortung vorzunehmen (Springer Professional 2016). Die Zustellung erfolgt in zweistufiger Form. Im ersten Schritt erfolgt ein Transport zu einer regionalen Verteilstation und wird im zweiten Schritt, nach Abruf durch den Kunden, zeitnah ausgeliefert (Clausen et al. 2016). Mittels des Robovans, welcher ein Joint Venture zwischen der Daimler AG und Starship Technologies ist, kann eine mobile Verteilstation eingerichtet werden, von wo aus Zustellroboter agieren können. Die Lieferroboter finden nach erfolgreicher Zustellung selbstständig zum Robovan zurück, um erneut bestückt zu werden. Im Vergleich zur konventionellen Auslieferung, die eine Belieferung von 180 Paketen in einer Neun-Stunden-Schicht ermöglichten, wird aktuell durch ein spezielles Regalsystem die Belieferung von 400 Paketen in einer Neun-Stunden-Schicht adressiert (Starship Technologies 2016). Mithilfe des Robovans als mobiler Hub wird der Einsatzradius der Roboter erheblich erhöht und zudem der kostenintensive Bau und das Betreiben dezentraler Warenlager reduziert.

Ein anderes System stellt das vollautomatische Liefer-Vehikel DRU (Domino's Robotic Unit) dar, wobei es sich um einen Lieferroboter handelt, der in Zusammenarbeit zwischen der US-Schnellrestaurantkette „Domino's“ und dem Technologie-Startup „Marathon Targets“ im Frühjahr 2016 vorgestellt wurde. Der DRU ist ein vierrädriges Fahrzeug, welches heiße Speisen und Getränke ausliefert. Es wiegt 150 kg und kann bei einer Geschwindigkeit von etwa 20 km/h eine Reichweite von bis zu 20 km erzielen. Ähnlich wie beim Lieferroboter von Starship kann er mithilfe von On-Board-Sensoren Hindernisse während der Zustellung erkennen und diesen ausweichen. Darüber hinaus kann es zu einem beliebigen Ziel im Liefergebiet navigieren, die schnellste Route wählen und die Geschwindigkeit an den Verkehrsfluss anpassen (Domino's 2016).

Der Lieferroboter des Unternehmens Dispatch Robotics hört auf den Spitznamen „Carry“ und beliefert seine Kunden mit Schrittgeschwindigkeit (4 km/h). Dabei navigiert er gefahrlos auf Gehwegen. Das Gefährt besitzt mehrere Fächer, sodass es mehrere Zustellungen pro Fahrt durchführen kann. Ähnlich wie beim Lieferroboter von Starship wird der Empfänger kurz vor Ankunft benachrichtigt und kann dann mit seinem mobilen Endgerät das Fach entriegeln (Stav et al. 2016).

Potentiale und Anwendungsfelder

Unter dem Stichwort „Convenience“ könnten die Zustellroboter genau die Lücke schließen, die zwischen zunehmenden Anforderungen einer schnellen, erfolgreichen Lebensmittellieferung und einer auf Abendzustellung ausgerichteten industrialisierten Same Day Delivery klafft. Nach einer Annahme der ZF-Studie mit Blick auf das Jahr 2030 stellen diesbezüglich folgende Punkte eine konstruktive Konstellation dar:

- Knappes Zeitbudget der Bewohner suburbaner Gebiete
- Lokale Einzelhändler, die neue Möglichkeiten der Kundenbindung suchen
- Leise und umweltfreundliche Belieferung

Darüber hinaus könnten Zustellroboter eine unterstützende Rolle innerhalb des ausgelasteten Paketnetzes sowie des Same Day-Systems spielen. Ein wesentliches Argument stellt neben der Reduktion der Kosten auch die Veränderungen der Arbeitsbedingungen der an der Zustellung beteiligten Mitarbeiter dar. Die Lieferroboter können darüber hinaus einen Beitrag zu EU-Vorgaben einer emissionsfreien Lieferung in größeren Städten bis 2030 leisten, da die Zahl der nicht erfolgreichen Zustellversuche drastisch reduziert wird (DEKRA 2016). Die Lieferroboter von Domino's haben ihr Kerngeschäft im Lieferdienst für Pizzen und setzen mit ihrem Konzept vor allem auf eine Zustellung per Abruf durch einen privaten Endkunden. So könnten die Lieferroboter leicht in bestehende Lieferkonzepte bei Fastfood-Lieferdiensten eingefügt werden. Gerade im Bereich Frischelogistik wird eine zeitnahe, erfolgreiche Zustellung angestrebt, die durch den Einsatz von Lieferrobotern realisiert werden kann (Clausen et al. 2016).

Herausforderungen

Analog zur Darstellung der Herausforderungen des Einsatzes von Drohnen auf der letzten Meile werden diese nachfolgend auch für den Lieferroboter benannt.

*Tabelle 2: Anforderungen an Lieferroboter und Rahmengestaltung
(Heutger 2014, Clausen et al. 2016, Dahlmann 2017)*

Anforderung	Beschreibung
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> – Bedingt durch die Unterordnung der Lieferroboter unter bestehende Verkehre können volle Gehwege den Lieferprozess drastisch verzögern – Fehlende Infrastruktur im ländlichen Raum schränkt den Einsatzbereich stark ein – Zieleinsatzgebiete: Städte mit einer Einwohnerdichte von ca. 1.000 Einwohnern/km²
Technik und Lagerplatz	<ul style="list-style-type: none"> – Das vorrangige Ziel des Zustellkonzepts per Lieferroboter ist die Verkürzung der letzten Meile, welches die unmittelbare Kundennähe als Grundvoraussetzung innehat – Jeder Lieferroboter bedarf einer Basisstation für die Be- und Entladung von Sendungen sowie eine Station zum Laden beziehungsweise Tauschen des Akkus – Die vorgestellten Systeme können keine Treppen steigen, sodass nur eine Zustellung bis zur Türschwelle erfolgen kann
Soziale Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> – Eine hohe Akzeptanz der Empfänger soll durch das „niedliche“ Äußere der Roboter erzielt werden – Der Einsatz von neuartigen Robotertechnologien kann als negativer Einfluss auf den Arbeitsmarkt interpretiert werden
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> – Lieferung erfolgt erst, wenn der Kunde die Lieferung abrufen -> Steigerung der Zustellquote auf nahezu 100% – Abhängig von der Größe der Roboter ist eine Routenzustellung möglich – Mobile Hubs lösen den Bedarf nach regionalen Lagerflächen auf
Regulatorische Hürden	<ul style="list-style-type: none"> – Jede Kommune entscheidet aktuell in Eigenverantwortung über den Einsatz – Interessierte Dienstleister müssen für jeden Ort die rechtlichen Rahmenbedingungen neu aushandeln
Sicherheit und Zuverlässigkeit	<ul style="list-style-type: none"> – Einfluss Dritter (siehe Infrastruktur) oder naturbedingte Einflüsse (u. a. Vogelschlag, Wetterverhältnisse) – Angriff auf das System durch Dritte mit dem Ziel des Diebstahls der Ladung oder des Systems sowie die Zerstörung des Systems

2.3. Pick-by-Robot – Kommissionierroboter revolutionieren die Intralogistik

Ein weiterer Trend der Robotik beinhaltet die Kommissionierung durch mobile Roboter. Diese Roboter können in direkter Umgebung mit dem Menschen arbeiten und selbstständig innerhalb eines Lagers navigieren. Wenn sie einen Kommissionierauftrag übernehmen, fahren sie zu dem Lagerplatz und können Objekte einzeln aus einem Regal entnehmen. Der große Vorteil dieser Konzepte liegt in der potentiellen Skalierbarkeit dieser Systeme. So können je nach Auftragslage oder Unternehmensgröße weitere Roboter angeschafft werden und in das Kommissioniersystem integriert werden. Hier sind mittelfristig auch Geschäftsmodelle wie Leasing oder Pay-per-X denkbar. So können diese Roboter insbesondere bei Auftragspitzen eingesetzt werden, um das Auftragsvolumen effizient abarbeiten zu können.

Viele Startups aus Amerika (wie Fetch Robotics, Invia Robotics oder IAMRobotics) arbeiten aktuell an diesem Thema. Der Vorreiter aus Deutschland ist die Magazino GmbH aus München. Deren Roboter TORU nutzt moderne 2D-/3D-Kameras und Algorithmen der künstlichen Intelligenz, um quaderförmige Objekte in Regalen zu erkennen und einzeln zu entnehmen. Das Startup ist mehrfach preisgekrönt und bietet mit ihrer Technologie großes Potential, innerbetriebliche Logistikprozesse deutlich zu optimieren.

3. Zukunftstrends aus der Forschung

Wie in den vorherigen Abschnitten deutlich wurde, stellen die Intelligenz und die Steuerung eines Robotersystems entscheidende Systemkomponenten dar. Diese sind aktuell Gegenstand einer Vielzahl an Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Im Folgenden werden exemplarisch an zwei Forschungsprojekten die Thematiken, Schwierigkeiten sowie entsprechende Lösungsansätze verdeutlicht. Der Einsatz moderner Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) wird dabei anhand von intelligenten Flurförderzeugen in der Intralogistik dargestellt. Hier werden Simulationsmethoden genutzt, um die KI so zu trainieren, dass ein Lernen von beliebigen Objekten ohne großen Aufwand möglich ist. Das zweite Beispiel umfasst die Steuerung eines Robotersystems bei der Entladung von Containern. Hierbei wird der Mensch aktiv in die Steuerung mit einbezogen, indem er bei komplexen Situationen mit Hilfe einer einfachen Schnittstelle diese auflösen kann. Den Großteil der Entladesituationen erledigt der Roboter jedoch vollständig automatisch.

3.1. Intelligente Flurförderzeuge

Moderne Sensortechnologien in Kombination mit künstlicher Intelligenz ermöglichen neuartige Roboter- und Automatisierungslösungen, die über eine gewisse Intelligenz verfügen und sich flexibel an neue Umgebungsbedingungen und Anforderungen an-

passen können. Neben modularen Ansätzen zur Gestaltung von mechatronischen Systemen stellen insbesondere neue Algorithmen im Bereich der künstlichen Intelligenz die Haupttreiber für intelligente Automatisierungssysteme dar. Durch „Deep Learning“ (tiefe neuronale Netze) wird die Programmierung und Beschreibung der Objekte vollständig an eine Software abgegeben (Goodfellow 2017). Hierfür wird eine große Menge an Trainingsdaten zum Lernen verwendet. Ein KI-Algorithmus entscheidet auf Grundlage der verschiedenen Beispielbilder einer Objektklasse vollständig automatisch, wie die Merkmalsbeschreibung der Objektklasse auszusehen hat. Auf dieser Grundlage sind die KI-Systeme in der Lage, vorher nicht bekannte Bilder eindeutig und fehlerfrei zu klassifizieren. Aktuell werden viele neue und innovative Systeme auf Basis dieser neuen Technologie entwickelt. Allerdings wird hierfür eine Vielzahl an geeigneten Trainingsbildern benötigt, von denen jedes einzeln entsprechend gekennzeichnet werden muss, ob und wo sich entsprechende Objekte befinden.

Innerhalb des Forschungsprojektes PräVISION (PRÄVISION 2017) wurde diese Thematik anhand des Szenarios der Intralogistik mit dem Ziel der Steigerung der Arbeitssicherheit von Flurförderzeugen angegangen. Die Zielsetzungen des Projektes waren zum einen, grundsätzliche Methoden der künstlichen Intelligenz zur Steigerung der Arbeitssicherheit beim Einsatz motorbetriebener Flurförderzeuge aufzuzeigen. Dafür sollten unterschiedliche Methoden entwickelt, evaluiert und hinsichtlich ihrer Wirkung, Zuverlässigkeit und Effizienz gegenübergestellt werden. Zum anderen erfolgte die Entwicklung eines herstellerunabhängigen Demonstrator-Assistenzsystems, mit dem der Nachweis geführt werden kann, dass sich durch moderne KI-Verfahren die Arbeitssicherheit steigern lässt. Dieses Assistenzsystem ist für beliebige, manuell bediente Flurförderzeuge unterschiedlicher Hersteller nachrüstbar und kann somit branchenübergreifend seinen zukünftigen Einsatz finden. Die Auslegung der KI wurde dabei unter der Berücksichtigung der Vielfältigkeit der intralogistischen Arbeitsumgebung durchgeführt, ohne sich auf ein einziges Umgebungsszenario festzulegen. Das entwickelte System ist dabei prinzipiell in der Lage, unter Berücksichtigung verschiedener Sensortechnologien beliebige Objekte zu lernen. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit, bestehende Automatisierungslösungen durch dieses System nachzurüsten und zu einem autonomen Robotersystem umzugestalten.

Für das Assistenzsystem wurde eine virtuelle 3D-Umgebung genutzt, um Logistikprozesse und typische Arbeitsbedingungen nachzubilden. Dabei wurden typische Objekte hinterlegt oder durch eine offene CAD-Schnittstelle nachträglich in die Umgebung integriert. Durch Hinterlegung von dynamischen Elementen, wie Bewegungsprofilen von Menschen oder Fahrbewegungen von Flurförderzeugen, kann der gesamte Prozess sehr realitätsnah abgebildet werden. Neben diesen Systemkomponenten wurden unterschiedliche Sensormodelle in die Softwareumgebung integriert. Die möglichen Variationen im Bereich der Sensorik umfassen unter anderem die Art, Anzahl und Anbringungspunkte der Sensoren und das Vorhandensein zusätzlicher Sensorik wie z. B. IMU, Kompass, Lagegeber oder odometrische Messeinrichtungen. Im Rahmen des For-

schungsprojektes wurden dabei entsprechende Objekte für die Generierung der virtuellen Arbeitsumgebung genutzt, die für das Ziel der Steigerung der Arbeitssicherheit relevant sind. Die virtuellen Personen sind dabei parametrisiert und können unter anderem in ihrem Gangverhalten und in der Kleidung variiert werden. Die beteiligten Gabelstapler sind über die CAD-Daten variiierbar, ebenso können unterschiedliche Bewegungsmuster verwendet werden. Hinzugefügt wurde zudem die Möglichkeit, gezielt die gesamte Infrastruktur sowie das Flurförderzeug inkl. Last auszublenzen. Abbildung 4 zeigt einige Beispielbilder der verwendeten Simulationsumgebung mit zufällig erzeugten Szenen und Personen.

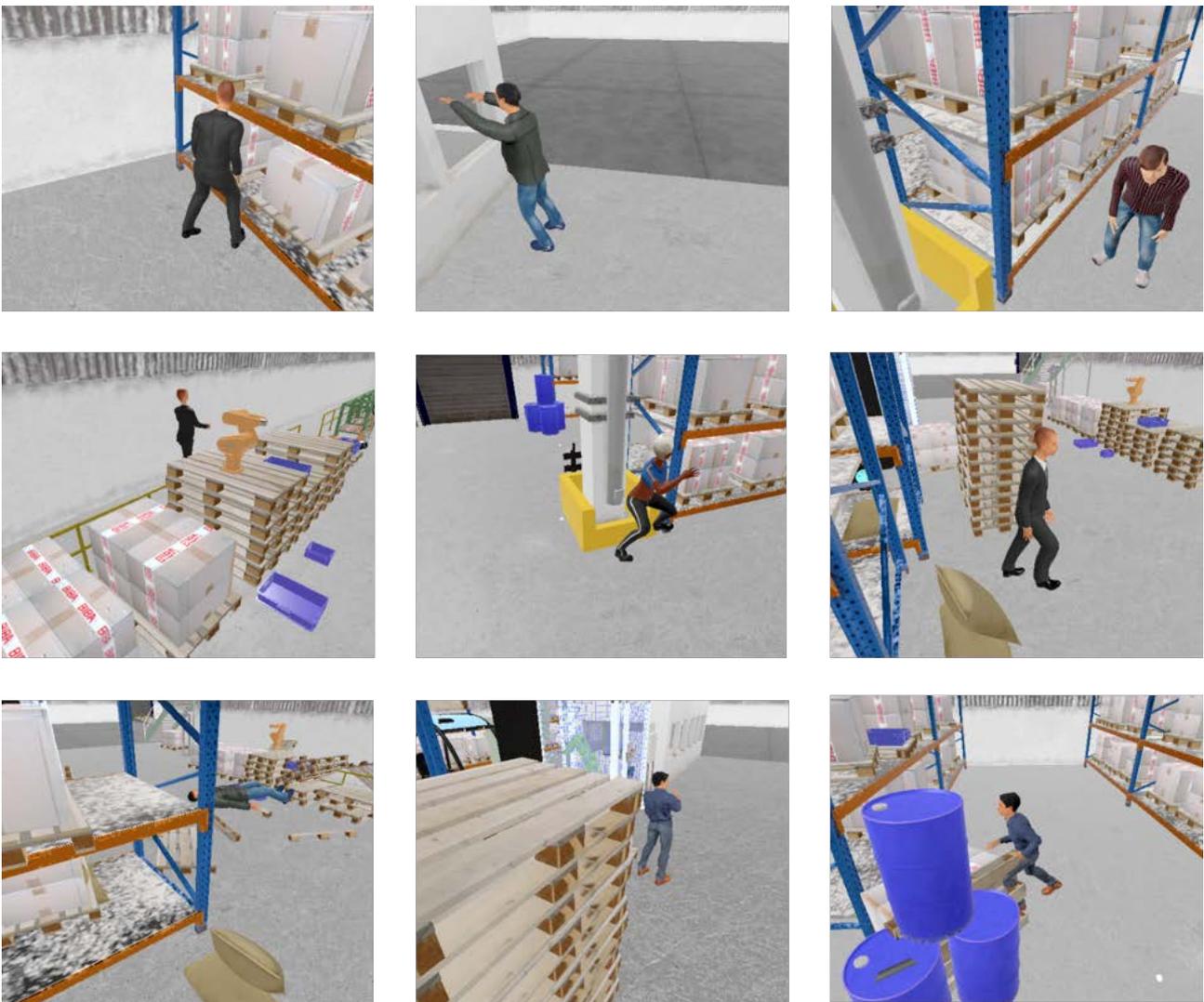


Abbildung 4: Beispielhafte Simulationsbilder aus der virtuellen Arbeitsumgebung

Durch die in der Software verfügbaren Sensormodelle konnten anhand der hinterlegten Szenarien automatisch Trainingsbilder generiert und gekennzeichnet werden, die als

Grundlage für das KI-System verwendet werden können. Dadurch entfällt die aufwendige Generierung von geeigneten Trainingsbildern für die KI.

Im Rahmen des Forschungsprojektes bildeten diese Bilder und die darauf aufbauende KI die Grundlage für ein multimodales Anzeige- und Warnsystem (MMS-System) für einen Flurförderzeug-Fahrerarbeitsplatz. Das System soll die Aufmerksamkeit des Fahrers gezielt auf eine vom KI-System erkannte Gefahrensituation lenken, ihm die Handlungsentscheidung erleichtern und ihn bei der Reaktionsauswahl unterstützen. Für das Konzept wurden verschiedene Normen zur ergonomischen Gestaltung von Anzeigen sowie Studien aus dem Pkw-Bereich herangezogen und an Flurförderzeuge angepasst. Als Sensor wurde eine 3D-Kamera verwendet. Am Flurförderzeug montiert, nimmt die Kamera permanent Bilder auf und liefert die Daten (2D-Kamerabilder (Infrarotbilder) und 3D-Tiefenbilder) an das System. Zur Klassifikation und Extraktion von Personen wird u. a. ein Verfahren genutzt, das die Bilder miteinander verbindet. Jedem Bildpunkt im Infrarotbild lässt sich über das 3D-Bild eine Distanzinformation zuordnen und so die Entfernung zum Flurförderzeug ablesen. Die Ergebnisse des Projektes bestätigen dabei das große Potential eines auf Basis von Simulationsdaten lernende Systems.

3.2. Mensch-Roboter-Interaktion bei der Entladung von Containern

Neben Automatisierungssystemen, die zwar in einer Umgebung mit Menschen arbeiten können, jedoch eher selten eine direkte Interaktion erfordern, stellt insbesondere die Erweiterung von Automatisierungssystemen um innovative und intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen einen großen Forschungsschwerpunkt dar. Dies sind Maschinen, bei denen ein menschlicher Bediener für die Steuerung oder Kontrolle im Betrieb verantwortlich ist. Ziel ist hierbei, mit diesen Maschinen interagieren zu können, ohne spezielle Steuerungs- und Programmierkenntnisse zu besitzen. Ein großes Feld in diesem Bereich ist die Mensch-Roboter-Interaktion. Hier werden einfache Schnittstellen entwickelt, mit denen Menschen Roboter durch einfache Gesten, per Sprache oder auch per einfachen Eingabegeräten steuern können (Trenkle et al. 2013). Die Roboter verfügen in diesen Fällen über ein Sensorsystem, um den Menschen visuell oder akustisch wahrnehmen zu können. Neben mobilen Transportrobotern, die häufig einem Menschen folgen, existieren auch Vorhaben, generell übertragbare, intuitive Schnittstellen für fahrerlose Transportsysteme zu entwickeln (Overmeyer et al. 2016), die neben mobilen Robotern auch für Flurförderzeuge, wie Gabelstapler, angewendet werden können.

Die Entwicklungen in der Mensch-Roboter-Interaktion gehen neben der intuitiven Steuerung der Roboter auch hin zur Optimierung der Robotersysteme. So kann im Fehlerfall der Bediener dem Roboter durch einfache Eingaben die Ursache für den Fehler mitteilen oder Lösungsalternativen vorschlagen, die dann für die Optimierung des Systems genutzt werden können. Ein weiterer Anwendungsfall beinhaltet die Interaktion zwischen Mensch und Roboter bei Anwendungen, in denen der Roboter in einer Region operiert, die der Mensch aufgrund seiner Arbeitsposition nicht einsehen kann. Der Roboter arbei-

tet dabei so lange, bis er eine Situation nicht zuverlässig auflösen kann und überträgt diese Situation an den Menschen, der durch eine intuitive Schnittstelle die Ursache für die Störung erkennen und die Steuerung des Roboters zur Beseitigung der Ursache von seiner Arbeitsposition übernehmen kann. Ein Beispiel für eine solche Anwendung stellt das Forschungsprojekt IRiS über die Entladung von Containern dar.

Die Entladung von Containern stellt eine der letzten nicht automatisierten Aktivitäten in einer hochtechnisierten Transportkette dar. Ein signifikanter Anteil der im- und exportierten Container wird in Seehäfen entleert bzw. beladen. Dabei ist die Entladung ein sehr aufwendiger Prozess, der zudem hohe körperliche Anforderungen aufgrund der hohen Gewichte der Kartonagen sowie der monotonen Arbeitstätigkeit an die Mitarbeiter stellt. Bisher existierende automatische und halbautomatische Systeme genügen aufgrund hoher Investitionskosten sowie hohen Inbetriebnahmezeiten und Anpassungen an die Infrastruktur den Anforderungen von Hafenbetreibern nicht und haben daher einen sehr geringen Verbreitungsgrad. Zudem sind die Systeme häufig stationär und relativ groß dimensioniert, was eine Änderung des Arbeitsplatzes des Roboters sehr aufwendig macht. Dadurch wird die Flexibilität des Betreibers des Roboters eingeschränkt. Es besteht daher der Bedarf nach kostengünstigen, mobilen Robotersystemen, die ohne großen Inbetriebnahmeaufwand Container weitestgehend automatisch entladen können.

Das Forschungsvorhaben IRiS beinhaltet die Entwicklung eines neuartigen, mobilen Roboters für die Verbesserung der Effizienz von Umschlagprozessen an Seehäfen. Ein Bild des Roboterkonzeptes ist in Abbildung 5 dargestellt. Um Störsituationen möglichst schnell und aufwandslos begegnen zu können, wird eine Mensch-Roboter-Interaktionsmöglichkeit durch ein Leitstandkonzept integriert. Hier können ein oder mehrere Mitarbeiter die korrekte Funktionsweise des Roboters überwachen und bei Störungen aus dem Leitstand heraus eingreifen, sodass kostenintensive Systemstillstände vermieden werden. Dabei werden nutzerspezifische und intuitive Schnittstellen zum Roboter entwickelt, so dass Mitarbeiter, die zuvor in der Entladung der Container zuständig waren, nun in der Überwachung und Fernsteuerung des Roboters eingesetzt werden können. Der Leitstand kann dabei losgelöst vom Arbeitsort des Roboters aufgebaut und betrieben werden. Die Entwicklung eines flexiblen und kostengünstigen Entladesystems, das die Stärken von Robotern mit den kognitiven Fähigkeiten des Menschen vereint, und gleichzeitig wirtschaftlich dargestellt werden kann, bietet daher großes Potential zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Hafenbetreiber.



Abbildung 5: Neues Roboterkonzept in IRiS

4. Fazit

Während in den zurückliegenden Jahrzehnten Optimierungspotentiale vor allem im Bereich der Produktionsprozesse gehoben wurden, ermöglichen Industrie 4.0-Technologien sowie die Digitalisierung die vollständige Erfassung und Vernetzung von Prozessen und legen damit den Betrachtungsschwerpunkt auf die Logistik. Die digitale Erfassung der Prozesse bildet die Grundlage für Robotersysteme ihre Umgebung sensorisch zu erfassen. Durch Anwendung neuer Methoden der künstlichen Intelligenz können Roboter dieses digitale Umgebungsabbild automatisch analysieren und selbstständig Entscheidungen treffen, ohne ein exaktes Vorwissen über Umgebung und die relevanten Objekte zu besitzen. Dies ermöglicht eine Abkehr von starren und unflexiblen Prozessen hin zu kognitiven Systemen und selbstgesteuerten Prozessen.

Dieser Beitrag stellte diese Thematiken anhand von unterschiedlichen Szenarien und Anwendungsgebieten in der Logistik dar und diskutierte die entsprechenden Potentiale, aber auch Herausforderungen, die dadurch entstehen. Neben den technologischen Neuerungen bleibt dabei insbesondere zu beachten, wie die menschliche Arbeit und die Interaktion in hochtechnisierten Umgebungen gestaltet werden. Es bleibt daher spannend, wie die (nahe) Zukunft der Logistik aussehen wird und mit welcher Geschwindig-

keit diese Veränderungen Auswirkungen auf unser Arbeits-, aber auch unser soziales Leben haben werden.

Über die Autoren

Dr.-Ing. Hendrik Thamer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik sowie CEO der cellumation GmbH

Dipl.-Wi.-Ing. M.Sc. Thies Beinke leitet die Abteilung „Robotik und Automatisierung“ am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik

Dipl.-Ing. & Pat.-Ing. Claudio Uriarte ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Robotik und Automatisierung und CTO der cellumation GmbH

Dipl.-Wi.-Ing. Marius Veigt leitet die Abteilung „Systemgestaltung und Planung“ am BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik

Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag ist Direktor des BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik und leitet das Fachgebiet Planung und Steuerung produktionstechnischer und logistischer Systeme (PSPS) im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen.

Quellen

Amazon (2018): Amazon Prime Air. URL: <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011> [30.08.2018]

Bauernhansl, Thomas et. al (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration, Wiesbaden: Springer Vieweg.

Brandt, Carly (22.03.2016): Menlo Roots. Herausgeber: Campus Labs. URL: <https://roots.menlo.edu/organization/menlocollegemarketingclub/news/details/88028> (25.02.2017)

Beecken, Wolfgang (2016): Der Güterverkehr auf dem Weg in die digital vernetzte Welt. Vision Transport. München: HUSS VERLAG GmbH.

BVL (2017): Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution. URL: <https://www.bvl.de/positionspapier-logistik40>. [17.10.2017]

Clausen, Uwe et. al (2016): ZF Zukunftsstudie 2016 – Die letzte Meile. Herausgeber: ZF Friedrichshafen AG. EuroTransportMedia Verlags- und Veranstaltungs-GmbH.

Company, X. (17.01.2017). URL: <https://x.company/wing/faq/#in-the-air> [17.01.2017]

- Dahlmann, Don (23.01.2017): NGIN Mobility. Herausgeber: Vertical Media GmbH.
URL: <http://ngin-mobility.com/artikel/daimler-starship-technologies-lieferroboter/>
[24. 02 2017]
- Daimler AG. (04.12.2012): Innovatives Zusammenspiel von Mensch und Roboter bei Mercedes-Benz. Pressemitteilung. Stuttgart/Augsburg. URL: <http://media.daimler.com/dcmmedia/0-921-658891-49-1556286-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0.html>
[18.11.2015]
- DEKRA (29.11.2016): ZF-Zukunftsstudie 2016: Roboter bieten großes Potenzial.
Herausgeber: DEKRA.de. URL: <https://www.dekra.net/de/zf-zukunftsstudie-roboterlogistik-potenzial/> [26.01.2017]
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2011): EN ISO 10218-1. (2011).
Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e. V. (2011): EN ISO 10218-2. (2011).
Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Robotersysteme und Integration. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DHL (09.03.2016): Deutsche Post DHL Group. Herausgeber: Deutsche Post AG.
URL: http://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/Investoren/Veranstaltungen/Reporting/2016/FY2015/DPDHL_Geschaeftsbericht_2015.pdf [09. 03 2017]
- Domino's (03.2016): Domino's Pizza Deutschland GmbH. Herausgeber: Domino's Pizza Deutschland GmbH. URL: <https://www.dominos.de/über-dominos/presse/maer-16-dominos-praesentiert-dru> [25. 02 2017]
- dts Nachrichtenagentur (01.02.2015): VW plant umfassende Automatisierung der Produktion. URL: <http://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2015-02/32689512-vw-plant-umfassende-automatisierung-der-produktion-003.html>
[24.01.2016]
- Elkman, Norbert. (2014). Fraunhofer IFF. Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration. DKE-Tagung. Normen verbinden. URL: <https://www.dke.de/de/wirueberuns/mitteilungenderdkegeschaefststelle/documents/elkman%20dke%20tagung%202014%20robotik.pdf> [18.11.2015]
- Fläming, Heike (2015): Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich des Gütertransportes. In: Maurer, Markus et al. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. 1., Auflage. Berlin [u. a.]: Springer Vieweg
- Freitag, Michael; Herzog, Otthein; Scholz-Reiter, Bernd (2004): Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen. Industrie Management. Bd. 20(2004)1, S. 23-27. Berlin: GITO mbh Verlag

- Freitag, Michael; Sommerfeld, Daniel; Thamer, Hendrik; Veigt, Marius; Stock, Simon (2017): Von kognitiven Systemen zu Cloud-basierten Supply Chains. In: Kongressband Deutscher Logistikkongress 2017. Bundesvereinigung Logistik, Bremen, S. 1-10
- Gersum, Benjamin Kleemann-von (08.10.2015). DB Schenker. Herausgeber: Schenker Deutschland AG. URL: <https://logistik-aktuell.com/2015/10/08/transportdrohnen-zukunft-der-paketdienste/> [15. 01 2017]
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron (2017): Deep learning. Cambridge: MIT Press, MA.
- Görges, Michael; Philipp, Thorsten; Scholz-Reiter, Bernd: Autonomously controlled production systems – Influence of autonomous control level on logistic performance. CIRP Annals – Manufacturing Technology. 58(2009)1. Amsterdam: Elsevier Ltd, S.109.
- Grundstein, Sebastian; Freitag, Michael; Scholz-Reiter, Bernd: A new method for autonomous control of complex job shops – Integrating order release, sequencing and capacity control to meet due dates. In: Journal of Manufacturing Systems, 42(2016)1. Amsterdam: Elsevier Ltd, S. 11-28.
- Grundstein, Sebastian; Schukraft, Susanne; Freitag, Michael; Scholz-Reiter, Bernd: Planorientierte autonome Fertigungssteuerung. In: wt Werkstattstechnik online, 105(2015)4. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, S. 220-224.
- Handelsblatt (09.05.2016): DHL gelingt Test mit Paketdrohnen. Herausgeber: Handelsblatt GmbH. URL: http://www.handelsblatt.com/unternehmen/dienstleister/deutsche-post-dhl-gelingttest-mir-paketdrohnen/13571828.html?nlyer=Organisation_11804700 [08.12.2016]
- Heise online (09.05.2016): DHL: Erfolgreiche Tests mit Paketkopter, der selbstständig be- und entlädt. URL: <https://heise.de/-3198938> [30.08.2018]
- Heutger, Matthias (2016): Robotics in Logistics: A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. Herausgeber: DHL Customer Solutions & Innovation; Deutsche Post DHL Group. URL: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_trendreport_robotics.pdf [30.08.2018]
- HHLA (2016): HHLA Hamburger Hafen und Logistik AG: So funktioniert CTA. URL: <https://hlla.de/de/container/altenwerder-cta/so-funktioniert-cta.html> [10.05.2016]
- Kinkel, Steffen (16.06.2009): Potenziale der industriellen Automatisierung, In: VDI (Jun. 2009): URL: https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/dps_dateien/SK/Studien_Stellungnahmen/2009/VDI-ISI-Studie-Potenziale%20der%20industriellen%20Automatisierung.pdf [24.01.2016]

- Kirks, Thomas; Stenzel, Jonas; Kamagaew, Andreas; ten Hompel, Michael (2012): Zellulare Transportfahrzeuge für flexible und wandelbare Intralogistiksysteme. In: Logistics Journal, Vol. 2012. URL: <https://www.logistics-journal.de/proceedings/2012/3454/> [09.05.2018].
- Matthias, Björn (2015): BAUA 1. Workshop: Mensch-Roboter-Zusammenarbeit – Gestaltung sicherer, gesunder und wettbewerbsfähiger Arbeit vom 09.03.2015. URL: http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/Tagungen/Mensch-Roboter-2015/pdf/Mensch-Roboter-Zusammenarbeit-2015-2.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [05.11.2015]
- Müller, Egon (Hrsg.) (2012). Demographischer Wandel: Herausforderung für die Arbeits- und Betriebsorganisation der Zukunft. Berlin: GITO mbH Verlag, S.109.
- Overmeyer, Ludger et. al (2016): Intelligente Flurförderzeuge durch die Implementierung kognitiver Systeme. In: Vogel-Heuser, Birgit; Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 Bd. 3: Logistik, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 87 – 118
- Paletta, Giuseppe (11.09.2015): ArtiMinds: „Viele Anwendungen in der Logistik“. URL: <https://www.logistik-watchblog.de/interviews/374-artiminds-anwendungen-in-logistik.html> [24.01.2016]
- Plattform Industrie 4.0 (2016): Ergebnisrapport – Aspekte der Forschungsroadmap in den Anwendungsprozessen“. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [Hrsg.], URL: https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/anwendungsszenarien-auf-forschungsroadmap.pdf?__blob=publicationFile&v=16 [02.08.2018]
- Reichenbach, Matthias (2013). Merkmale der Mensch-Roboter-Kooperation im produktiven Umfeld. 16. IFF-Wissenschaftstage. Fachtagung Mensch-Roboter-Kooperation. Magdeburg vom 20.06.2013.
- Rekersbrink, Henning; Wenning, Bernd-Ludwig (2011): Selbststeuerung in der Transportlogistik – Evaluation einer Selbststeuerungsmethode anhand dynamischer Pickup and Delivery Probleme. In: Industrie Management, 27(2011)1, S. 30-34
- Scholz-Reiter, Bernd; Windt, Katja; Toonen, Christian (2008): Logistikdienstleistungen. In: Dieter Arnold, et al. [Hrsg.]: Handbuch Logistik. 3., neu bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 581-607
- Sonderforschungsbereich 637: Von der Fremd- zur Selbststeuerung. URL: <http://www.sfb637.uni-bremen.de/ziel.html> [02.08.2018]
- Springer Professional. Herausgeber: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. 27. 01 2016. URL: <https://www.springerprofessional.de/logistik/mobilitaetskonzepte/smart-ideen-fuer-die-urbane-logistik/10988614> [05.03.2017]

- Starship Technologies (07.09.2016): 'Robovan' by Starship Technologies and Mercedes-Benz Vans: future-proof local delivery. URL: https://www.starship.xyz/press_releases/robovan-by-starship-technologies-and-mercedes-benz-vans-future-proof-local-delivery/ [05.09.2018]
- Stav; Uriah; Sonia (06.04.2016): dispatch making delivery smart. URL: <http://dispatch.ai/blog/> [25.02.2017]
- Teller, Astro; Blog X Company (16.01.2017). URL: <https://blog.x.company/drawing-up-a-flight-plan-for-moonshots-3773e6430361#.kyai38d1v> [16.01.2017]
- Trenkle, Andreas; Seibold, Zäzilia; Furmans, Kai (2013): FiFi Steuerung eines FTf durch Gesten – und Personenerkennung. In: Logistics Journal proceedings, S. 1-10, 2013
- Ullrich, G. (2014): Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. 2., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- VerkehrsRundschau (09.09.2016): McKinsey: Anteil der Schnell-Lieferung wächst bis 2025 um 40 Prozent. Herausgeber: Springer Fachmedien München GmbH. URL: <http://www.verkehrsrundschau.de/mckinsey-anteil-der-schnell-lieferung-waechstbis-2025-um-40-prozent-1830654.html?dossier=1612994> [16.12.2016]
- Wallergang, Lars (20.07.2012): Automatisierung macht Arbeitskraft produktiver. URL: <http://www.ingenieur.de/Fachbereiche/Automation/Automatisierung-menschliche-Arbeitskraft-produktiver> [24.01.2016]
- Windt, Katja; Böse, Felix (2007): Catalogue of Criteria for Autonomous Control in Logistics. In: Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics – The Impact on Management, Information and Communication and Material Flow. Hülsmann, Matthias; Windt, Katja (Hrsg.). Berlin: Springer, S. 55-72.

B2

Collaborative Supply Chain

Innovation durch Kooperation in Supply Chains: Geschäftsökosysteme und die Rolle der Daten

1. Einleitung

2. Herausforderungen für den Datenaustausch in der Supply Chain

3. Vernetzung der Supply Chain durch den »Digitalen Zwilling«

4. Evolutionsstufen des Datenaustausches

- 4.1. Data Fortress
- 4.2. Data Kingdom
- 4.3. Data Monopoly
- 4.4. Data Democracy

5. Industrial Data Space als Basis für die Data Democracy

6. Data Democracy am Beispiel des Bedarf- und Kapazitätsmanagements

7. Fazit und Ausblick

Über die Autoren

Literaturverzeichnis

Innovation durch Kooperation in Supply Chains: Geschäftsökosysteme und die Rolle der Daten

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto, Geschäftsführender Institutsleiter, Fraunhofer-Institut für Software und Systemtechnik ISST, Dortmund

Dr.-Ing. Jan Cirullies, Abteilungsleiter Digitization in Logistics, Fraunhofer-Institut für Software und Systemtechnik ISST, Dortmund

Dr.-Ing. Christian Schwede, Abteilungsleiter Informationslogistik und Assistenzsysteme, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund

1. Einleitung

Bereits seit Jahrzehnten führt die Globalisierung der Wirtschaft zu engerer Kooperation zwischen Unternehmen in weltweiten Liefernetzwerken. Die wachsende Bedeutung individueller Produkte und die daraus resultierende logistische Komplexität verstärken den Bedarf enger Koordination und Kooperation in der Lieferkette. Das Teilespektrum der individuellen Hightech-Produkte erzeugt einen wachsenden Druck auf die Bestände, und die immer kürzeren Lieferzeiten sorgen für eine stetige Reduzierung der vorhandenen Puffer in den Netzwerken. Hinzu kommt, dass neue digitale Geschäftsmodelle häufig in der engen Kooperation zwischen Unternehmen entstehen und dabei Branchengrenzen überschreiten.

Grundlage beider Entwicklungen – Effizienzsteigerung durch Kooperation im Liefernetzwerk und Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle – sind Daten. Daten sind die Basis digitaler Geschäftsprozesse, die manuelle Arbeit reduzieren und Liefernetzwerke flexibler und effizienter machen. Bis heute wird ein Großteil der Abstimmungsprozesse in Liefernetzwerken jedoch manuell durchgeführt (Abbildung 1).

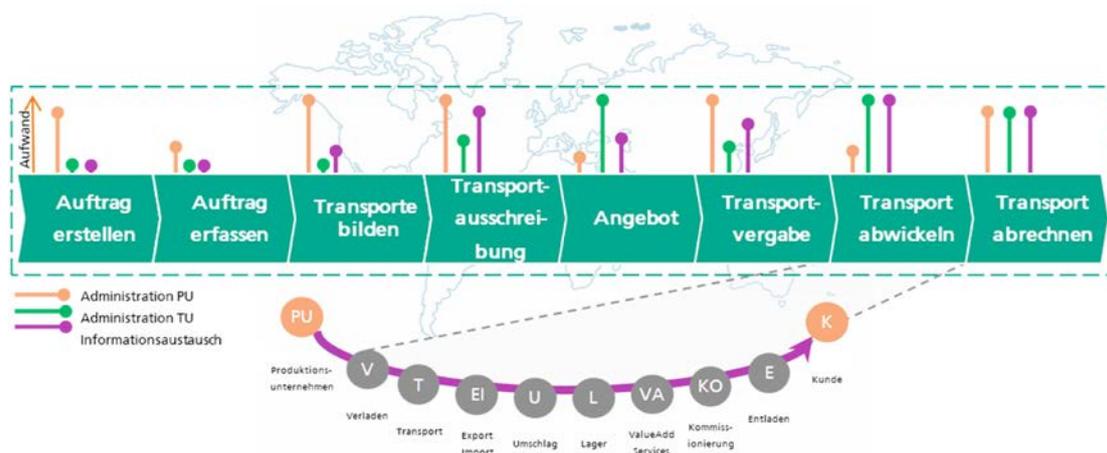


Abbildung 1: Manueller Tätigkeiten in der Transportlogistik

Das reicht von der Ausschreibung und Auswahl eines Transportdienstleisters bis zur komplexen Abstimmung über Bedarfe und Kapazitäten im Rahmen der Programmplanung und des Engpassmanagements. Nutzenpotentiale liegen in der Effizienzsteigerung durch engere digitale Kooperation.

Daten sind außerdem die Grundlage für neue digitale Innovationen und Geschäftsmodelle. Neue Verfahren zur Datenanalyse und zur Wissenserzeugung – aktuell unter den Schlagwörtern Big Data, Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz diskutiert – zielen darauf ab, eine wachsende Menge und steigende Heterogenität der verfügbaren Daten mit intelligenten Algorithmen und paralleler Rechenkapazität nutzbar zu machen, um neue digitale Dienstleistungen anbieten zu können. Sei es nur, um die eigenen physischen Produkte aufzuwerten oder gar existierende Märkte vollständig zu revolutionieren – wie es aktuell durch Effekte der Plattformökonomie in vielen Branchen zu beobachten ist..

Ein umfassender Datenaustausch ist und bleibt also die Basis, um in der Zukunft sowohl effiziente Wertschöpfung zu betreiben als auch auf dem digitalen Markt zu bestehen. Vor diesem Hintergrund geht dieser Beitrag von einem Überblick über den Datenaustausch in Liefernetzwerken aus und leitet Herausforderungen aus einer Makroperspektive ab (Abschnitt 2), um dann auf deren Basis und des Konzeptes „Digitaler Zwilling“ (Abschnitt 3) vier Evolutionsstufen des Datenaustausches in Liefernetzwerken zu diskutieren (Abschnitt 4). Mit der International Data Spaces (IDS)-Architektur wird schließlich ein Konzept für den dezentralen Datenaustausch auf der vierten Evolutionsstufe vorgestellt (Abschnitt 5) und am Beispiel des Bedarfs- und Kapazitätsmanagement in der Automobilindustrie veranschaulicht (Abschnitt 6). Der Beitrag endet mit einem Fazit und Ausblick (Abschnitt 7).

2. Herausforderungen für den Datenaustausch in der Supply Chain

Das eigentliche Potenzial entfalten digitale Geschäftsprozesse – sei es durch neue Geschäftsmodelle oder effizientere und reaktionsfähigere Prozesse –, wenn sie unternehmensübergreifend ausgerichtet sind. Etablierte Technologien wie EDI (Electronic Data Interchange; vgl. auch Abschnitt 4.2) vernetzen bereits heute oft ein Unternehmen mit seinen Lieferanten und seinen Kunden. Damit Unternehmen das volle Potenzial des Datenaustauschs ausschöpfen können, sind hierfür grundsätzliche Voraussetzungen zu schaffen, die heute nur zum Teil erfüllt sind. Aus der Makroperspektive sind die vier nachfolgend beschriebenen Herausforderungen wesentlich.

Die Praxis beim Datenaustausch in Supply Chains zeigt beispielsweise für Lieferprognosen an den Kunden oder Bedarfsvorausschau an den Lieferanten, dass in vielen Fällen die **Qualität der Daten** für belastbare Planungen mit entsprechendem Zeithorizont

ungeeignet ist. So können Lieferzeitpunkte oftmals aufgrund unzureichender Planungswerkzeuge, die Wechselwirkungen, Kapazitätskonflikte und eventuelle Störeinflüsse berücksichtigen, nur ungenau bestimmt werden. Die Folge sind Lieferfristen mit viel zu großen Zeitpuffern. Bedarfsprognosen werden tendenziell zu hoch angesetzt, wenn dies vertraglich möglich ist, damit das bestellende Unternehmen sich – ob erforderlich oder nicht – maximale Flexibilität offenhält. Auf der anderen Seite bestätigt ein Lieferant mitunter eine gebuchte, aber nicht verfügbare Lieferkapazität – sei es aufgrund mangelhafter interner Transparenz oder in der Hoffnung, noch „zu retten, was zu retten ist“, um seinen vertraglichen Verpflichtungen nachzukommen und etwa eine Herabstufung im Lieferanten-Ranking zu vermeiden. Das Ergebnis in jedem dieser Beispiele sind Daten, die für den Empfänger zu Planungszwecken kaum brauchbar sind und oftmals durch eigene, tatsächlich zutreffendere Prognosen ersetzt werden. Die erste Herausforderung ist daher die Erhöhung der Qualität der ausgetauschten Daten.

Neben technischen und prozessualen Voraussetzungen zur Bereitstellung zuverlässiger Daten ist auch die Bereitschaft der Lieferkettenpartner erforderlich, Daten überhaupt bereitzustellen. Die entstehende Transparenz kann – wie bei der Kommunikation von befürchteten Engpässen – zwar einen Geschäftsprozess verbessern, aber mitunter geschäftskritisch sein. Im Idealfall besteht hinreichend viel Vertrauen in den direkten Lieferanten oder Kunden, so dass auch der Austausch kritischer Daten möglich ist. Existiert dieses Vertrauen nicht oder sollen Daten über mehrere Lieferstufen hinweg weitergegeben werden, hat ein Unternehmen keine Transparenz darüber, ob und an wen sein Partner Daten etwa betreffend die Lieferkapazitäten weitergibt. Daher besteht die zweite Herausforderung in der **Gewährleistung der Souveränität über Daten**, d. h. der „Fähigkeit einer natürlichen oder juristischen Person zur ausschließlichen Selbstbestimmung hinsichtlich des Wirtschaftsguts Daten“ [Otto 2015, S. 5]. Bereitstellern von Daten muss somit die Kontrolle über ihre Daten geben werden. Dazu müssen sie zum einen kennzeichnen können, welche Daten z. B. durch wen, zu welchem Zweck oder in welcher Aggregation verarbeitet werden dürfen, und zum anderen die Sicherheit haben, dass diese „Terms of Use“ auch durchgesetzt werden.

Treten in einer Lieferkette Kapazitätsengpässe auf, liegt die eigentliche Ursache jedoch nicht unbedingt beim direkten Lieferanten (1st-Tier), sondern bei einer der vorangehenden Lieferstufen. Beispielsweise hatte der Tsunami, der 2011 die Küste Japans traf, (neben weitaus tragischeren Folgen) den Effekt, dass Vorlieferanten der Automobilhersteller betriebsunfähig wurden und infolge etliche Fahrzeugaufträge erst mit großer Verzögerung abgeschlossen werden konnten [Spiegel 2011]. Aber auch banalere Einschnitte in die Kapazität eines Vorlieferanten wie Maschinenausfälle, Streiks oder unberücksichtigte Feiertage im Ausland verursachen über mehrere Lieferstufen hinweg oftmals eilige Maßnahmen, weil die entsprechende Information typischerweise nur mit großer Verzögerung weitergereicht wird. Zur schnellen Bereitstellung der notwendigen Daten ist daher eine hohe **Durchdringung der Supply Chain** mit hoher, schneller und nahtloser Datenverfügbarkeit erforderlich (dritte Herausforderung). In der Automobil-

industrie beispielsweise nimmt die Größe der Lieferanten mit der zweiten Lieferstufe bereits stark ab. Noch 2016 stellte der BITKOM fest, dass die am häufigsten genutzten Kommunikationskanäle in Unternehmen das Festnetztelefon, die E-Mail und das Fax sind [BITKOM 2016]. 86 %, 84 % bzw. 58 % der Befragten schätzten die Nutzung dieser Kanäle als „sehr häufig“ ein. Nur 11 % bzw. 3 % gaben Kunden- und Mitarbeiterportale sowie interne Apps mit sehr häufiger Nutzung an. Daher ist es nötig, dass auch mittelständische Unternehmen – die klassischen Hidden Champions – nicht nur bei der Digitalisierung im Unternehmen aufschließen, sondern auch die unternehmensübergreifende Vernetzung auf Basis zukunftsfähiger Konzepte und Technologien vorantreiben.

Während heute im tendenziell bilateralen Datenaustausch deren Bereitstellung vertraglich vereinbart wird und vom Datenbereiter als „notwendiges Übel“ aufgefasst wird, tritt bei wachsendem unternehmensübergreifenden Austausch von Daten – insbesondere bei Daten hoher Qualität – der Wunsch auf, für den entstehenden Aufwand kompensiert zu werden. Gerade bei enger Integration der Supply Chain, bei der viele nachgelagerte Stufen in der Lieferkette von einer früh in der Supply Chain bereitgestellten Information profitieren, bildet die **Allokation der Verwertung** die vierte Herausforderung. Nur wenn Unternehmen motiviert sind, Daten zur Verfügung zu stellen – z. B. weil sie dafür belohnt werden – können auch die zuvor genannten Herausforderungen erfüllt werden. Darüber hinaus werden in Zukunft immer mehr neue Geschäftsmodelle auf der Verwertung von Massendaten beruhen. Auch hier muss die Allokation der Verwertung eindeutig geregelt sein.

3. Vernetzung der Supply Chain durch den »Digitalen Zwilling«

Unter dem Begriff „Digitaler Zwilling“ wird im Kontext der Logistik das stets aktuelle digitale Abbild der realen Prozesse, Ressourcen und Leistungsobjekte verstanden. Dieses Informationsmodell speichert und stellt also alle wesentlichen Daten bereit, die zur Entscheidungsfindung in der Logistik benötigt werden, sei es in Planung oder Steuerung von Ressourcen und Aufträgen. Als erste Realisierung digitaler Zwillinge – wenn auch nicht unter diesem Namen – können die Datenbanken der ERP-Systeme angesehen werden. Während diese Datenbanken zwar die aktuellen Zustände des Systems abbilden und verwalten, handelt es sich jedoch um operative Daten, die per se kein Experimentieren und kein Bilden von Szenarien zur Entscheidungsfindung erlauben. Eine Änderung der Daten hat sofort Auswirkung auf die operativen Prozesse des Unternehmens. Hinzu kommt, dass der Betrachtungswinkel von ERP, aber auch im erweiterten Sinne von WMS, PPS und TMS-Systemen immer begrenzt auf den jeweiligen Funktionsbereich ist. Zur Entscheidungsfindung muss häufig jedoch auf eine Kombination von Daten verschiedener Funktionsräume zugegriffen werden.

Der Digitale Zwilling vereint also logistische Daten funktionsübergreifend in einem Datenmodell, das zum Beispiel innerhalb Logistischer Assistenzsysteme [Schwede et al. 2011; Cirullies und Schwede 2015] zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden kann. Das Erzeugen von Szenarien, der Austausch zwischen mehreren Entscheidern und die Anwendung von Expertenverfahren (Simulation, Optimierung, Maschinelles Lernen, etc.) werden vom Datenmodell unterstützt.

Als Kernelement des Digitalen Unternehmens existiert der Digitale Zwilling während des gesamten Lebenszyklus eines Logistiksystems (siehe Abbildung 2). Der Digitale Zwilling entsteht in der Design-Phase vor dem physischen Logistiksystem und stellt ein virtuelles Experimentierfeld für die Planung in dieser Phase dar. Nach Erstellung des finalen Szenarios kann der Digitale Zwilling bereits für das VR-Training der Mitarbeiter genutzt werden. Ist das Logistiksystem auch physisch entstanden, wird dieses über Sensorik, APIs und Webservices an den Digitalen Zwilling gekoppelt. Er kann nun in der Planungsphase z. B. zur Prozessoptimierung, Programm- und Ressourcenplanung eingesetzt werden, in der beispielsweise Planungsszenarien validiert werden. In der Steuerungsphase können etwa das Leistungsverhalten des Logistiksystems aufgrund absehbarer Störungen mittels Predictive Analytics und Simulation vorhergesagt und Alternativszenarien erstellt und bewertet werden.

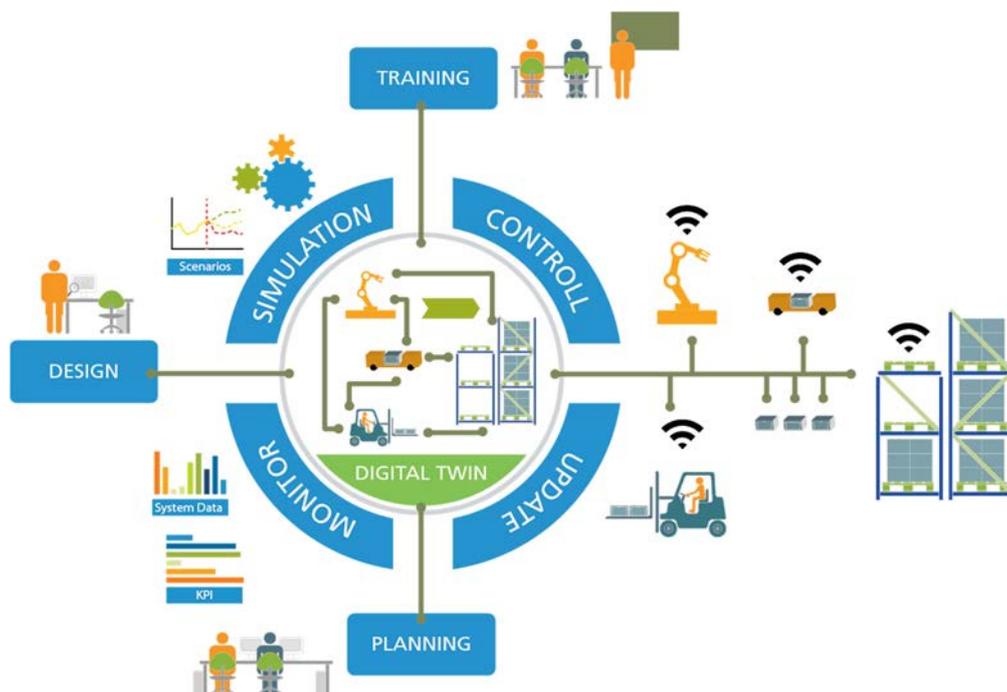


Abbildung 2: Der Digitale Zwilling als zentrales Element für Planung, Steuerung und Training

Der Betrachtungsfokus des Digitalen Zwilling macht mit zunehmender Kollaboration in den Liefernetzwerken auch vor den Unternehmensgrenzen nicht halt [Kuhn und Toth 2008]. Spätestens jetzt kommt natürlich die Schwierigkeit hinzu, dass Daten unabhängiger Organisationseinheiten integriert werden müssen. Wie die Integration der Daten von Partnern umgesetzt wird, wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

4. Evolutionsstufen des Datenaustausches

Der Datenaustausch zwischen Unternehmen in einem Liefernetzwerk unterliegt einer historischen Entwicklung, die sich in vier unterschiedliche Evolutionsstufen einteilen lässt. Vor dem Hintergrund einer historischen Ungleichzeitigkeit der Entwicklung unterschiedlicher Unternehmen lassen sich bis heute alle vier Evolutionsstufen vorfinden. Hier werden die vier Stufen hinsichtlich der oben skizzierten Herausforderungen (siehe Abschnitt 2) und ihres Bezugs zum Digitalen Zwilling vorgestellt.

4.1. Data Fortress

Der Ursprung der Digitalisierung der Logistik ist geprägt, von einem nach innen gerichteten Blick auf die eigenen Prozesse und Ressourcen. In dieser Datenfestung werden alle eigenen Daten innerhalb des Unternehmens in zentralen Datenbanken gehalten. ERP-Systeme verwalten die sogenannten Nukleus-Daten [Leveling et al. 2014]. Datenaustausch findet nur über die rechtlich notwendigen Auftrags-, Bestell- und Rechnungsdaten statt. Der Digitale Zwilling ist mit der Datenbank der ERP-Systeme gleichzusetzen.

- Die **Qualität der Daten** ist relativ hoch. Die Pflege und Strukturierung der Daten unterliegt dem Unternehmen selbst. Die Qualität ist also nur abhängig von der Qualität des eigenen Datenmanagements.
- Eine **Gewährleistung digitaler Souveränität** ist gegeben. Das Unternehmen hat seine Daten unter vollständiger Kontrolle und kann auch souverän über die Verwendung entscheiden.
- Die **Durchdringung der Supply Chain** ist minimal. Adressdaten, vertragliche Rahmendaten, die Bestellmenge und die geleiferte Menge sind bekannt.
- Die **Allokation der Verwertung** der eigenen Daten ist fair, sodass jedes Unternehmen die eigenen Daten abhängig von der eigenen souveränen Entscheidung verwerten kann und vom möglichen Ertrag vollständig profitiert.

4.2. Data Kingdom

Mit zunehmender Wichtigkeit der Kollaboration in der Lieferkette entstand der Wunsch nach mehr Transparenz über den aktuellen Zustand der logistischen Prozesse und die verfügbaren Kapazitäten der Partner. Mit zunehmenden Möglichkeiten der Digitalisierung entstand außerdem der Bedarf nach einer zunehmenden Automatisierung der administrativen Prozesse durch Datenstandards und standardisierte Schnittstellen. Insbesondere in Branchen mit einer starken Zentrierung der Marktmacht auf einen Partner in fokalen Netzwerken (Bsp. Automotive und Handel) entstanden „Datenkönigreiche“. Der starke Partner der Kette übt Druck auf Dienstleister und Lieferanten aus, ihm Daten zur Verfügung zu stellen. In Kapazitätsdatenbanken werden händisch Daten von Zulieferern eingetragen, während die administrativen Prozesse per EDI automatisiert werden. Bestandsdaten und ETA (Estimated Time of Arrival) werden bei den Dienstleistern angefordert und in die neu entstehenden Digitalen Zwillinge integriert. Es entsteht die Vision, das gesamte eigene Liefernetzwerk inklusive aller Sublieferanten in einem Datenmodell hinter den eigenen Firewalls aufzubauen.

- Die **Qualität der Daten** ist höchstens durchschnittlich. Da die Partner in dem Liefernetzwerk mit Marktmacht dazu gebracht werden ihre Daten ohne Gegenwert bereitzustellen, ist die Qualität (etwa in den Kapazitätsdatenbanken) häufig unzureichend. Nur mittels aufwändiger Kontrolle und Abmahnungen kann hier eine Verbesserung erwirkt werden.
- Eine **Gewährleistung digitaler Souveränität** ist nur für den mächtigen Partner gegeben. Die „Vasallen im Datenkönigreich“ geben ihre Souveränität zusammen mit ihren Daten ab.
- Die **Durchdringung der Supply Chain** umfasst die erste Zuliefererstufe. Daten der Sublieferanten werden nur im Störfall punktuell preisgegeben. Die Unternehmen versuchen teilweise über Web Mining und Mustererkennung ihr Netzwerk aus öffentlichen Daten zu antizipieren.
- Die **Allokation der Verwertung** ist unfair. Das Unternehmen mit der Marktmacht profitiert in der Regel, ohne den Datenerzeuger zu kompensieren.

4.3. Data Monopoly

Mit dem Erfolg der Plattformindustrie im Endkundengeschäft entsteht auch im Geschäftskundenbereich vermehrt die Vision, Daten als Grundlage für neue Geschäftsmodelle zu nutzen. Die Skalierbarkeit und damit verbundenen möglichen Profite durch die Vermarktung von Daten einer Logistikplattform führen zum weltweiten Wettkampf um das Datenmonopol in der Logistik. Neben den großen Herstellern treten nun aber auch große Logistikdienstleister und IT-Unternehmen auf den Plan. Jedes Unternehmen wirbt darum, alle anderen (oder zumindest eine große Masse) als User mit ihren Daten auf die eigene Plattform zu ziehen. Wie im Endkundengeschäft gilt auch hier, dass die

Tendenz zur Monopolbildung groß ist. Der Gewinner bekommt fast alles. Der Digitale Zwilling entsteht hierbei einerseits als Gesamtsicht auf das (weltweite) Liefernetzwerk beim Plattformbetreiber und andererseits bei den einzelnen Unternehmen, die über Webservices Daten von der Plattform in die lokalen Datenbanken importieren können.

- Die **Qualität der Daten** ist in der Regel hoch. Die Datenqualität kann über Bewertungsmechanismen und Ratings kontrolliert werden. Die User nehmen in der Regel freiwillig teil, auch wenn die Freiwilligkeit häufig über die Verbreitung der Plattform gesteuert wird.
- Eine **Gewährleistung digitaler Souveränität** ist nur eingeschränkt gegeben, da die Daten mindestens von dem Plattformbetreiber genutzt werden, um durch Analysen Mehrwert für sich zu generieren.
- Die **Durchdringung der Supply Chain** ist hoch und kann bei hoher Verbreitung das gesamte Liefernetzwerk umfassen.
- Die **Allokation der Verwertung** ist unfair. In der Regel hat der Plattformbetreiber das Monopol auf alle Daten und den darauf basierenden Dienstleistungen und Services. Da er an jedem Service und jeder Transaktion partizipiert, hat er als Einziger ein skalierendes Geschäftsmodell. Darüber hinaus ist ihm die Vermarktung von Daten etwa in aggregierter und anonymisierter Form gegenüber Dritten möglich.

4.4. Data Democracy

In jüngster Zeit ist über den Erfolg von digitalen Währungen der dezentrale Datenaustausch wiederentdeckt worden. Blockchain-Netzwerke basieren auf verteilten Datenbanken und kommen ohne zentrale Kontrollinstanz aus. Ebenso ermöglichen Peer-to-Peer-Ansätze wie der Industrial Data Space von Fraunhofer den souveränen Datenaustausch zwischen Partnern auf Basis einer direkten Verbindung ohne einen Mittelsmann. Dadurch können „Datendemokratien“ entstehen, in denen Partner gleichberechtigt ihre Daten austauschen ohne die Kontrolle nach dem Austausch über deren Nutzung und Verwertung zu verlieren. Standards können sich über das gemeinsame Ökosystem nahezu ähnlich effizient verbreiten wie über Plattformen. Metadaten legen den erlaubten Nutzungsrahmen fest, so dass Daten zum Beispiel zu Berechnungen herangezogen werden können, ohne dass die schützenswerten Details preisgegeben werden müssen. Der Digitale Zwilling erfährt in dieser Evolutionsstufe eine Transformation. Während in den ersten drei Stufen der Zwilling lokal bei den Unternehmen entsteht und die Daten der Partner in die lokalen Datenbanken integriert werden, wird der Digitale Zwilling nun dezentralisiert und damit zu einer echten Abbildung des ebenfalls dezentralen Netzwerks. Die Daten der Partner werden online über Webservices bei Bedarf abgefragt und in Applikationen, über die sich die Netzwerkpartner abgestimmt haben, zu Analysen genutzt und danach wieder gelöscht. So bleiben die Digitalen Zwillinge immer bei den jeweiligen

Partnern, die aktuellen Echtzeitdaten können aber jederzeit von allen für abgestimmte Use-Cases genutzt werden.

- Die **Qualität der Daten** ist hoch. Die User nehmen freiwillig teil und haben ein Interesse an der hohen Qualität, da sie an möglichen Einnahmen partizipieren können. Auch hier kann die Datenqualität über Bewertungsmechanismen und Ratings kontrolliert werden.
- Eine **Gewährleistung digitaler Souveränität** ist vollständig gegeben, da in diesen dezentralen Ansätzen alle Partner gleichberechtigt sind und über Metadaten die Nutzung der Daten kontrollieren.
- Die **Durchdringung der Supply Chain** ist hoch und kann das gesamte Liefernetzwerk umfassen.
- Die **Allokation der Verwertung** ist in der Regel fair, da es keinen Partner gibt, der die gesamte Datenverwertung auf sich vereint und jeder Partner souverän über die Daten und deren Verwertung entscheiden kann.

	Data Fortress	Data Kingdom	Data Monopoly	Data Democracy
Qualität	●	◐	◑	◒
Souveränität	●	◐	○	●
Durchdringung	○	◐	●	●
Verwertung	●	◐	○	●

Abbildung 3: Übersicht über die Evolutionsstufen in Bezug auf die Herausforderungen

Der Vergleich der Evolutionsstufen anhand der Herausforderungen zeigt, dass die Durchdringung der Supply Chain mit jeder Evolutionsstufe zunimmt, während die Souveränität und Allokation der Verwertung bis zur dritten Stufe abnimmt. Durch die Datendemokratie kann die Souveränität wiederhergestellt werden.

5. International Data Spaces als Basis für die Data Democracy

Damit sich die in der Data Democracy verteilt gespeicherten Daten zu einem industriell nutzbaren Digitalen Zwilling zusammenführen lassen, bedarf es einer entsprechenden technologischen Voraussetzung. Die International Data Spaces Association (IDSA) hat unter Federführung der Fraunhofer-Gesellschaft eine Referenzarchitektur entwickelt, die einen Datenaustausch ohne zentrale Speicherung und unter Beibehaltung der Kontrolle über die Daten ermöglicht [Otto et al. 2016]. Dazu können Datenanbieter ihren

Daten Nutzungsbedingungen anheften, die in Metadaten gemäß dem IDS -Vokabular annotiert werden.

Den softwareseitigen Kern bildet dabei der IDS-Connector. Dieses Software-Gateway dient als Endpunkt für den Teilnehmer und ermöglicht den verschlüsselten Peer-to-Peer-Datenaustausch. Beim unternehmensübergreifenden Datenaustausch wird der Industrial Data Space Connector dazu typischerweise in einem gesonderten Bereich wie einer „demilitarized zone“ (DMZ) betrieben. Da seine Implementierung technologieunabhängig ist und nur dem IDS Referenzarchitekturmodell [IDSA 2018a] entsprechen muss, eignet sich der IDS Connector für jede Art von Endpunkt – vom IoT Device über Anwendungssysteme bis zur weltweiten Cloud-Plattform. Daraus kann sich ein Ökosystem ergeben wie in Abbildung 4 dargestellt.

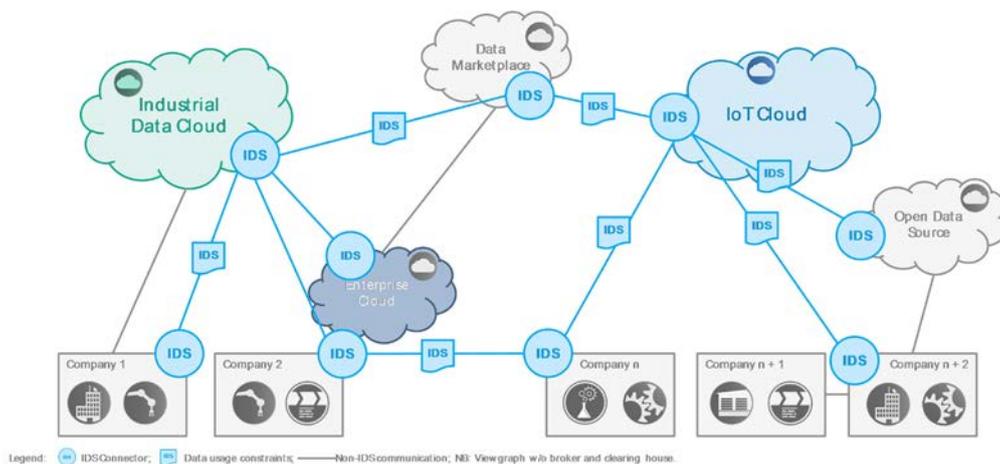


Abbildung 4: Industrial Data Space als Verbinder von Plattformen und dem Internet of Things

Je nach implementiertem Sicherheitslevel prüft der IDS-Connector die Authentizität und Autorisierung der für die Gegenseite stets bekannten und insbesondere nicht anonym anfragenden Partei und bearbeitet die Anfrage weiter. Da die Anforderungen an die Datensicherheit und der dafür erforderliche Aufwand unterschiedlich ausfallen, sind vier verschiedene Sicherheitsstufen vorgesehen – von der Nutzung üblicher Verschlüsselungstechnologien bis hin zum Einsatz von Hardware-Ankern zum „Policy Enforcement“, d.h. dem technischen Durchsetzen von Nutzungsbedingungen.

Im einfachsten Fall ruft der angefragte Connector des Unternehmens B Daten bei unternehmensinternen Legacy-Systemen ab und leitet die Antwort an den anfragenden Connector des Empfängers A weiter (Abbildung 5). In beiden Connectors ist die Verarbeitung der Daten möglich, indem dieser um IT-Services („Apps“) erweitert wird. Individuell programmierte oder aus dem Industrial Data Space App Store heruntergeladene Anwendungen lassen sich in den Connector integrieren.

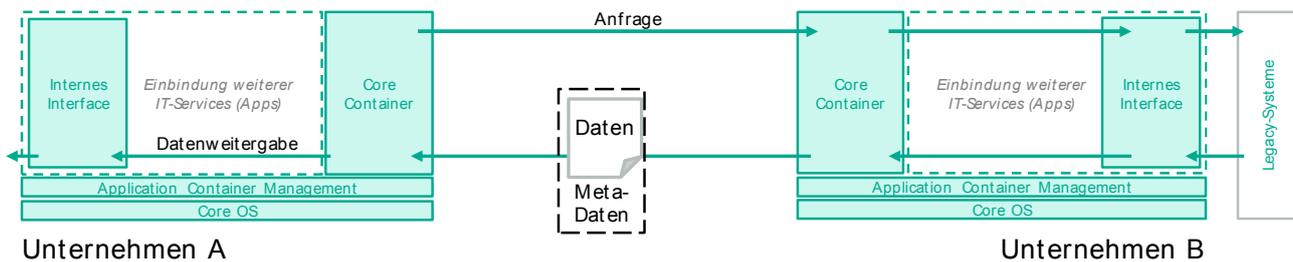


Abbildung 5: Einfacher unternehmensübergreifender Datenaustausch mit dem IDS Connector

Der IDS-Connector stellt je nach Konfiguration sicher, dass Daten nur bestimmte Apps in einer definierbaren Reihenfolge durchlaufen, bevor sie den Connector verlassen. Dieser Mechanismus bildet zusammen mit einem dezidierten Zertifizierungskonzept die Grundlage zur **Gewährleistung von Datensouveränität**. Ein Teilnehmer kann mithilfe von Metadaten auch auf fremden Connectors bestimmen, welche Berechtigungen der Empfänger für die versandten Daten erhält. Beispielsweise können Daten nur bestimmten Personen oder Rollen zugänglich gemacht, die zeitliche Nutzbarkeit eingegrenzt oder die Nutzung auf bestimmte Industrial Data Space Apps beschränkt werden. Insbesondere die Beschränkung der Nutzbarkeit auf eine oder wenige Apps erlaubt es, dem Empfänger Daten nur zu einem bestimmten Zweck, zum Beispiel einen vereinbarten Planungsalgorithmus, zur Verfügung zu stellen. Durch dieses Konzept ist es möglich, dass geheime Daten in Algorithmen genutzt, aber nicht vom jeweiligen Partner eingesehen werden können. Dieser erhält lediglich eine Sicht auf das aggregierte Planungsergebnis.

Vor allem die Datensouveränität bildet die Grundlage für die **Allokation der Verwertung**. Daten werden dadurch nicht beliebig gesammelt und kommerziell weitergeben, sondern nur gemäß den Nutzungsbedingungen. Der Dateneigentümer hat stattdessen die Möglichkeit, etwa auf Basis von „Smart Contracts“ eine Kompensation für die an anderer Stelle nutzenstiftende Verwendung seiner Daten zu verlangen. Als Unterstützung für derartige Mechanismen dient die im Ökosystem des Industrial Data Space vorgesehene Rolle des Clearing House. Sofern von den Teilnehmern erwünscht, dient es dem Logging von Transaktionen. Dabei wird nicht der Inhalt eines IDS-basierten Datenaustauschs gespeichert, sondern dessen Metadaten (u. a. Zeit, Absender, Empfänger, Hashwert der Nachricht). Hierfür eignet sich etwa die Blockchain-Technologie. Auf diese Weise wird nicht nur nachweisbar, dass ein Datenaustausch stattgefunden hat. Durch den Hashwert kann ein Absender im Bedarfsfall auch belegen, welche Daten er übermittelt hat.

Allein die Gegebenheit von Datensouveränität und Kompensation für die Datenbereitstellung erhöhen die Motivation eines Anbieters, **Daten in hoher Qualität** bereitzustellen. Zum einen läuft der Anbieter nicht Gefahr, dass korrekte und detaillierte Daten in

falsche Hände geraten. Zum anderen kann er damit rechnen, dass Daten guter Qualität häufiger genutzt oder höher bezahlt werden. Eine in diesem Kontext relevante Komponente des Industrial Data Space bildet der Broker. Er stellt ähnlich einer Suchmaschine im Internet eine Verbindung zwischen Connectoren her, die einander noch nicht bekannt sind. Datenanbieter stellen eine Beschreibung ihrer Daten und Quelle in Form von Metadaten im Broker bereit, damit potenzielle Konsumenten die Auswahl zwischen verfügbaren Datenquellen treffen können. Gleichzeitig ist ein Rating der Datenqualität seitens der Konsumenten möglich. Durch die Konkurrenzsituation zwischen Datenanbieter – soweit es die gesuchte Art von Daten zulässt – sowie die Möglichkeit zur Bewertung besteht ein Mechanismus zur Steigerung der Datenqualität.

Damit Daten auch lieferkettenweit mit hoher **Durchdringung der Supply Chain** zur Verfügung stehen, setzt die Architektur des Industrial Data Space auf Standardisierung, Skalierung und Flexibilität bei den eingesetzten Technologien und Komponenten. IDS-Connectoren lassen sich wie beschrieben plattform-, technologie- und domänenunabhängig implementieren und einsetzen. Der von der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelte »Base Connector«, einer Referenzimplementierung für den IDS Connector, steht Mitgliedern der International Data Spaces Association (IDSA) kostenlos und quelloffen zur Verfügung. Die IDSA ist ein eingetragener Verein, dessen zurzeit knapp 100 Mitglieder Industrieunternehmen, Technologieunternehmen und Forschungsorganisationen sind und das Ziel haben, den Industrial Data Space dauerhaft weiterzuentwickeln. Die in den Connectoren einsetzbaren Apps (vgl. Abbildung 5) können – analog zu von Smartphones bekannten Apps – selbst entwickelt oder aus dem IDS App Store bezogen werden. Die Wiederverwendbarkeit von Connector-Implementierungen und Apps sowie die Flexibilität bei der Umsetzung im Rahmen der Referenzarchitektur fördern die Durchdringung der Supply Chain.

Die diversen oben erwähnten Rollen neben dem Datenbereitsteller und -konsumenten werden in Abbildung 6 zusammenfassend dargestellt.

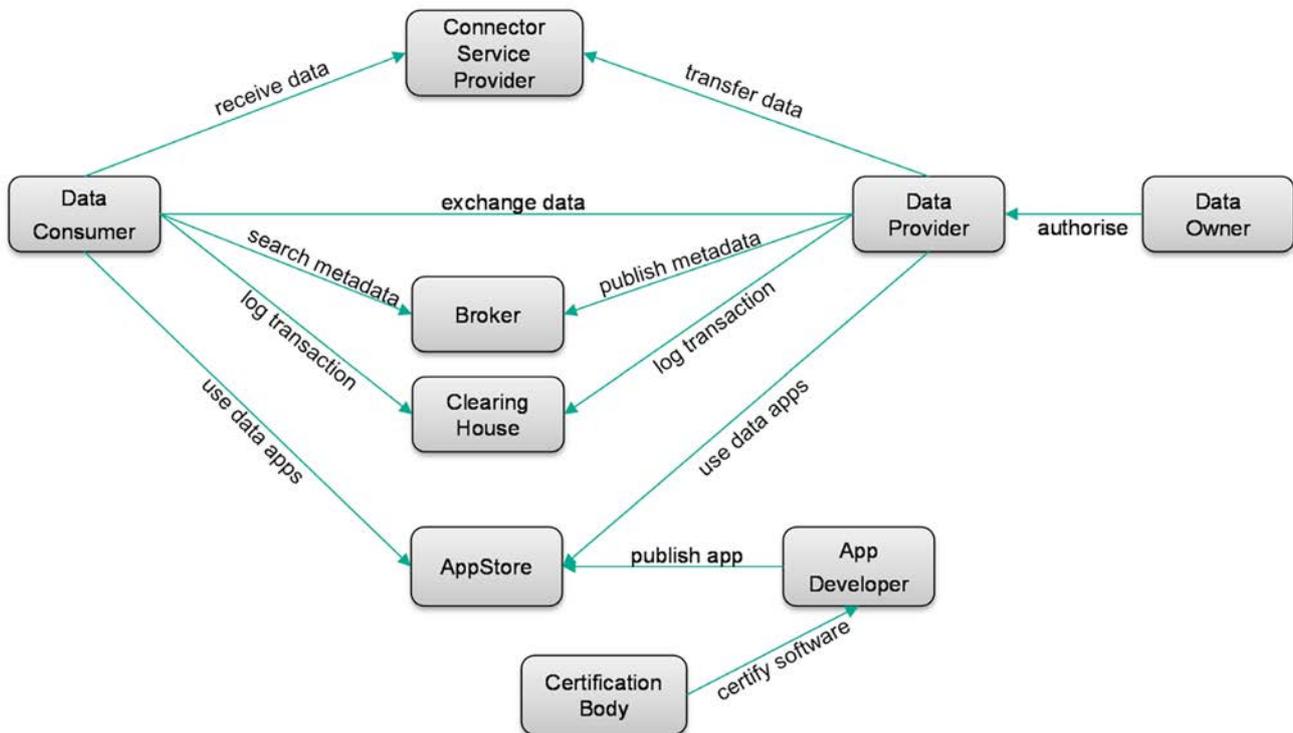


Abbildung 6: Rollen im Industrial Data Space

Die IDS-Architektur wird bereits in fast 20 branchenübergreifenden Use Cases unter Beteiligung von Großunternehmen und KMU erprobt [IDSA 2018b]. Mittlerweile stehen erste marktreife Produkte auf Basis der IDS-Referenzarchitektur zur Verfügung. Zur Verdeutlichung der heute bestehenden Herausforderungen zur Realisierung einer Data Democracy wird im folgenden Abschnitt ein Anwendungsszenario aus dem Bedarfs- und Kapazitätsmanagement beschrieben.

6. Data Democracy am Beispiel des Bedarfs- und Kapazitätsmanagements

Die Evolutionsstufen des Datenaustauschs und der Nutzung einer Data Democracy auf Basis des Industrial Data Space lassen sich besonders am Beispiel des Bedarfs- und Kapazitätsmanagements (BKM) in der Automobilindustrie verdeutlichen. Das BKM hat zum Ziel, für die aus Auftragsbestellungen und -prognosen abgeleiteten Teile- und Ressourcenbedarfe die entsprechenden Kapazitäten vorzuhalten. Dabei geht es zum einen um interne Kapazitäten, etwa für die Montage, und zum anderen um die Teileverfügbarkeit bei den Lieferanten. Dabei unterliegt das BKM einer enormen Komplexität, da Tausende Aufträge mit Tausenden von Teilen von Hunderten von Lieferanten zu berücksichtigen sind. Sowohl der Bedarf, beispielsweise durch Bestellschwankungen oder Modelljah-

reswechsel, als auch die Kapazitätsverfügbarkeit, zum Beispiel durch sich ändernde Verträge mit Lieferanten und vor allem ungeplante und unvorhergesehene Störungen, schwanken dabei. Folglich bestehen Herausforderungen darin [Zernechel 2007, S. 374],

- schnelles und einheitliches Verständnis im Unternehmen durch Standardisierung beim Abgleich herzustellen,
- die Korrektheit von Eingangsdaten, Bedarfen und Kapazitäten zu überprüfen und
- Maßnahmen zur Lösung etwaiger Konflikte zu suchen.

Typische Maßnahmen umfassen u. a. die Verlagerung von Bedarfen auf alternative Lieferanten, sofern Multi-Sourcing möglich ist und die Alternativlieferanten freie Kapazitäten anbieten, und das Verschieben bzw. Tauschen von Aufträgen. Gerade die zweite Maßnahme führt zu einer hoch komplexen Entscheidungssituation, da oftmals der initiale Engpass aufgelöst werden kann, jedoch sich durch den Tausch der Bedarf anderer Teile erhöht und einen neuen Engpass auslöst. Um schnell die optimale Maßnahme ergreifen zu können, bedarf es bei dem OEM einer hohen Kapazitätstransparenz seiner Lieferanten. Diese Transparenz sollte im Idealfall zum einen über die erste Lieferstufe hinausgehen, da häufig Engpässe durch den Tier-2- oder Tier-3-Lieferanten ausgelöst werden. Zum anderen sind nicht nur einzelne Kapazitätsangaben für einen bestimmten Zeitpunkt zur Bewertung der Handlungsoptionen erforderlich, sondern die verfügbare Kapazität über die Zeit und im besten Fall kostenbewertete Kapazitätskorridore, d.h. Angaben, ob und zu welchem (höheren) Preis eine zusätzliche Kapazität bereitgestellt werden kann. Während derartige Daten zwar die Grundlage für die Lösung des BKM-Optimierungsproblems darstellen, ist deren Bereitstellung für die einzelnen Lieferanten höchst kritisch, da sie die freien Kapazitäten aufzeigen, eventuell Rückschlüsse auf weitere Kunden des Lieferanten zulassen und vor allem mitunter Anlass für Preisverhandlungen bieten.

In der Realität stehen nach dem Prinzip »Data Kingdom« fast ausschließlich die Kapazitäten des direkten Lieferanten zur Verfügung. Die Kapazitäten beschränken sich dabei in der Regel auf die vertraglich vereinbarten Volumina inklusive möglicher vereinbarter Spielräume zur Abweichung. Dabei werden Kapazitäten vorgelagerter Lieferstufen zunächst nicht berücksichtigt. Erst im Engpassfall werden derartige Informationen mit sehr hohem manuellem Aufwand eingeholt. Daher besteht kaum Transparenz bei der Frage, ob ein Engpass auf frühen Lieferstufen besteht und wann dieser auf die nachfolgenden Lieferstufen durchschlägt.

Setzt man die Gegebenheiten einer Data Democracy am Beispiel des Industrial Data Space voraus, zeigt sich das Potenzial für den Informationsaustausch im BKM. Bei hoher Durchdringung der Supply Chain mit Gateways zur souveränen Datenbereitstellung ist grundsätzlich die elektronische Abfrage von Kapazitätsdaten möglich. Diese Gateways, d.h. IDS-Connectoren, werden mit einer vertrauenswürdigen App ausgestattet, mit der folgende Schritte möglich sind:

1. Ermittlung des Nettosekundärbedarfs auf einer Lieferstufe
2. Übermittlung des Nettosekundärbedarfs an jeweilige Lieferanten
3. Erfassen der Erfüllbarkeit des Bedarfs durch Lieferanten
4. Übermittlung der Erfüllbarkeit des Bedarfs an die nächste Lieferstufe
5. Rekursive Wiederholung

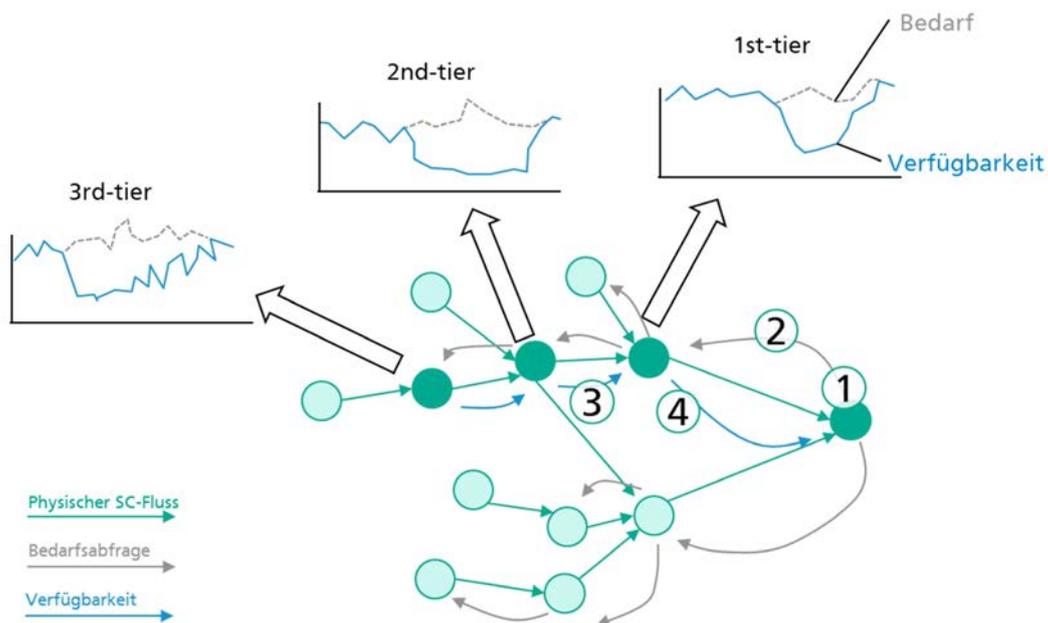


Abbildung 7: Schematische Darstellung des Algorithmus' zur rekursiven Kapazitätsabfrage im BKM

Ist digitale Souveränität gegeben, müssen Lieferanten keine Bedenken haben, auch kritische Daten für einen bestimmten Planungszweck bereitzustellen. In dem skizzierten Verfahren erlaubt der Bereitsteller von Kapazitätsdaten ihre Verwendung nur in der vereinbarten App zum Bedarfs-Kapazitäts-Abgleich durch die nachfolgende Lieferstufe. Diese verarbeitet die Kapazitätsdaten des Lieferanten bei der Erhebung der eigenen Kapazitäten, die wiederum an die folgende Stufe weitergereicht werden. Aufgrund der Datensouveränität ist es den Vorlieferanten möglich, die Verwendung und, wenn die Daten für die weitere Kapazitätsplanung besonders hilfreich sind, die monetäre Kompensation für ihre Bereitstellung sicherzustellen.

Das skizzierte System verdeutlicht somit, welche Potenziale ein Datenaustausch im Sinne einer Data Democracy bereithält, die heute nicht ansatzweise ausgeschöpft werden. Mit einer ereignisgetriebenen Abfrage – sei es aufgrund von antizipierten Störungen oder geänderter Bedarfe – lassen sich so Engpässe frühzeitig erkennen und der Moment der Auswirkungen auf den OEM genauer abschätzen.

7. Fazit und Ausblick

Dieser Beitrag liefert eine Übersicht über Herausforderungen und Evolutionsstufen der datenbasierten Kollaboration in Liefernetzwerken und nimmt dabei Bezug auf die Transformation des Digitalen Zwillings von einem lokalen, zentralen und asynchronen Datenmodell zu einem verteilten, servicebasierten und Echtzeitabbild der Realität. Der Beitrag arbeitet die Vorteile einer Datendemokratie gleichberechtigter Partner und Verwerter aus und zeigt mit dem Industrial Data Space und dem Anwendungsfall aus dem Bedarfs- und Kapazitätsmanagement Möglichkeiten einer Realisierung auf.

Ob sich die Industrie vom Datenmonopol der Plattformindustrie zu einer Datendemokratie entwickelt bleibt derweil abzuwarten. Die Dystopie einer weltumfassenden Industriepattform, mit der damit verbundenen Kapital- und Machtkonzentration bei der im Zweifel das Funktionieren der weltweiten Wirtschaftsströme von der Firmenpolitik des Betreibers abhängen kann erscheint aus einer makroökonomischen Perspektive als nicht wünschenswert. Derzeit ist auch zu beobachten, dass Firmen zwar logistische Prozesse über Plattformen organisieren lassen, es sich jedoch häufig um Rand- und Sonderprozesse handelt.

Über die Autoren

Boris Otto studierte Wirtschaftsingenieurwesen im Hochschulübergreifenden Studiengang Wirtschaftsingenieur in Hamburg, bevor er Ende der 1990er Jahre als Berater bei PricewaterhouseCoopers erste Berufserfahrungen in der Automobilindustrie sammelte. Im Jahr 2000 wechselte er an das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart. Hier übernahm er 2002 die Leitung des Competence Centers Electronic Business Integration und promovierte an der Universität Stuttgart zum Dr.-Ing. Es folgten drei Jahre Beratungstätigkeit im Business Consulting der SAP, bevor Boris Otto 2006 als Projektleiter und Habilitand ans Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St. Gallen wechselte. Nach einem einjährigen Aufenthalt an der Tuck School of Business am Dartmouth College, USA, habilitierte sich Boris Otto an der School of Management der Universität St. Gallen. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit der Rolle von Daten in Industrieunternehmen und in Unternehmensnetzwerken. Beispiele aktueller Forschungsthemen sind Data Governance, Datensouveränität, Datenbewertung sowie innovative Informationssystemarchitekturen. Darüber hinaus erforscht er digitale Transformationspfade von Industrieunternehmen zu Industrie 4.0. Im Juli 2018 wurde Boris Otto zum Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste gewählt. Zudem ist er Mitglied des Vorstands der Graduate School of Logistics in Dortmund, des Wirtschaftsbeirats von Postcon Deutschland, des Kuratoriums der tu>startup Stiftung in Dortmund sowie des Verwaltungsrats der von ihm mitgegründeten CDQ AG in St. Gallen. Email: boris.otto@isst.fraunhofer.de

Jan Cirullies leitet die Abteilung Digitization in Logistics am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST in Dortmund. 2009 und 2012 hat er an der Technischen Universität Dortmund die Studiengänge Logistik (Dipl.-Logist.) und Wirtschaftswissenschaften (Dipl.-Kfm.) abgeschlossen. Den Doktorgrad der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) hat ihm die Fakultät Maschinenbau an der Technischen Universität Dortmund 2016 verliehen. 2009 hat Cirullies seine Karriere am ebenfalls in Dortmund ansässigen Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML mit Fokus auf das Supply Chain Design begonnen. 2013 wechselte Cirullies in die neugegründete Abteilung Informationslogistik und Assistenzsysteme am Fraunhofer IML, in der er die Verantwortung für die Themen Simulation und Assistenzsysteme ergriff. Mit der Übernahme der Abteilungsleitung am Fraunhofer ISST im März 2017 treibt Cirullies sowohl datengetriebene Prozessinnovationen in Produktion und Logistik aus fachlicher Sicht voran als auch entsprechende Technologien wie smarte eingebettete Sensorik, das Semantic Web, Big-Data-Anwendungen und dezentrale Architekturen wie den Industrial Data Space oder Hyperledger. Email: jan.cirullies@isst.fraunhofer.de

Christian Schwede ist Leiter der Abteilung „Informationslogistik und Assistenzsysteme“ am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund. Er arbeitet seit Mai 2007 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Berater am Institut an Planungs- und Auftragsabwicklungsprozessen der Automobilbranche. Weitere Arbeitsgebiete liegen in den Bereichen: Gestaltung von globalen Wertschöpfungsnetzwerken, insbesondere durch simulationsbasierte Analyse sowie Verbesserung von Programmplanungsprozessen durch Kopplung von mathematischer Optimierung und Simulation. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Nutzung Informationslogistik, das heißt der digitalen Einbindung des Menschen in Arbeitsprozesse der Zukunft mit dem Digitalen Zwilling als Kernelement. Dr. Schwede ist außerdem Lehrbeauftragter für Produktionsplanung und Steuerung an der Hochschule Bochum und Lehrbeauftragter für Digitale Logistik im EDU in Barcelona. Email: christian.schwede@iml.fraunhofer.de

Literaturverzeichnis

[BITKOM 2016] BITKOM (Hrsg.) (2016): Unternehmen nutzen häufiger Faxgeräte als Soziale Netzwerke. Pressemitteilung. 13.3.2016. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-nutzen-haeufiger-Faxgeraete-als-Soziale-Netzwerke.html>.

[Cirullies und Schwede 2015] Cirullies, J.; Schwede, C. (2015): Logistische Assistenzsysteme: Robustheit trotz schlanker Prozesse mit minimalen Puffern: Lieferung Februar 2015. In: Pradel, U.-H.; Süßguth, W.; Piontek, J.; Schwolgin, A. F. (Hrsg.): Praxishandbuch Logistik: Loseblattsammlung. Wolters Kluwer, Neuwied, S. 3.3.47 1-12.

- [IDSA 2018a] International Data Spaces Association (Hrsg.) (2018): IDS Reference Architecture Model. Industrial Data Space. Version 2.0. Dortmund. Online verfügbar unter <https://www.internationaldataspaces.org/publications/idsa-ram/>.
- [IDSA 2018b] International Data Spaces Association (Hrsg.) (2018): Use Case Overview. International Data Spaces. Dortmund. Online verfügbar unter <https://www.internationaldataspaces.org/publications/idsa-use-case-overview/>.
- [Kuhn und Toth 2008] Kuhn, A.; Toth, M. (2008): Assistenzsysteme für die effektive Planung logistischer Netzwerke. In: Technologiegetriebene Veränderungen der Arbeitswelt.
- [Leveling et al. 2014] Leveling, Jens & Edelbrock, Matthias & Otto, Boris. (2014). Big Data Analytics for Supply Chain Management. 2015. 10.1109/IEEM.2014.7058772.
- [Otto 2016] Otto, B. (2016): Digitale Souveränität. Beitrag des Industrial Data Space. Fraunhofer-Gesellschaft e.V., München, 2016.
- [Otto et al. 2016] Otto, B.; Jürjens, J.; Schon, J.; Auer, S.; Menz, N.; Wenzel, S.; Cirullies, J.: Industrial Data Space. Digitale Souveränität über Daten. München 2016. URL: https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/industrial-data-space/Industrial-Data-Space_whitepaper.pdf.
- [Schwede et al. 2011] Schwede, C.; Toth, M.; Wagenitz, A. (2011): Funktionsübergreifende Zusammenarbeit in Unternehmen durch Logistische Assistenzsysteme. In: Dieter Spath (Hrsg.): Wissensarbeit - Zwischen strengen Prozessen und kreativem Spielraum. GITO-Verlag, Berlin [Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation], S. 435–447.
- [Spiegel 2011] Spiegel (Hrsg.) (2011): Deutsche Autobauer erwägen Kurzarbeit. 24.03.2011. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/lieferausfaelle-nach-japan-beben-deutsche-autobauer-erwaegen-kurzarbeit-a-752850.html>.
- [Zernechel 2007] Zernechel, T. (2007): Gestaltung und Optimierung von Unternehmensnetzwerken. Supply Chain Management in der Automobilindustrie. In: Garcia Sanz F.J., Semmler K., Walther J. (Hrsg.): Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 367-378.

B3

Urbane Logistik

Urbane Logistik – Status quo und Konzepte

1. Urbanisierung

2. Verkehr in Städten

3. Herausforderungen der urbanen Logistik

4. Konzepte der urbanen Logistik

Mikrodepots

Lastenräder

Geräuscharme Nachtlogistik durch den Einsatz von Elektromobilität

Autonome Zustellung im urbanen Raum

5. Fazit

6. Literaturangaben

Urbane Logistik – Status quo und Konzepte

Prof. Dr. Uwe Clausen, Fraunhofer-Institut (IML), Dortmund

Daniela Kirsch, Fraunhofer-Institut (IML), Dortmund

Arnd Bernsmann, Fraunhofer-Institut (IML), Dortmund

1. Urbanisierung

Mehr als die Hälfte der Menschheit lebt in Städten – in Deutschland wie weltweit. Die Attraktivität ist, trotz aller Herausforderungen, weiter hoch und viele Städte wachsen. Historisch betrachtet verläuft die sich weltweit vollziehende Urbanisierung seit 1950 steigend. In Abbildung 1 sind die Verläufe für die weltweite, europäische und deutsche Entwicklung dargestellt. Zwar besaß Deutschland im Vergleich stets einen höheren Urbanisierungsgrad; die historische Entwicklung verläuft im Vergleich jedoch flacher. Die globale und europäische Entwicklung der Urbanisierung ist hingegen steiler und verläuft weitestgehend parallel.¹

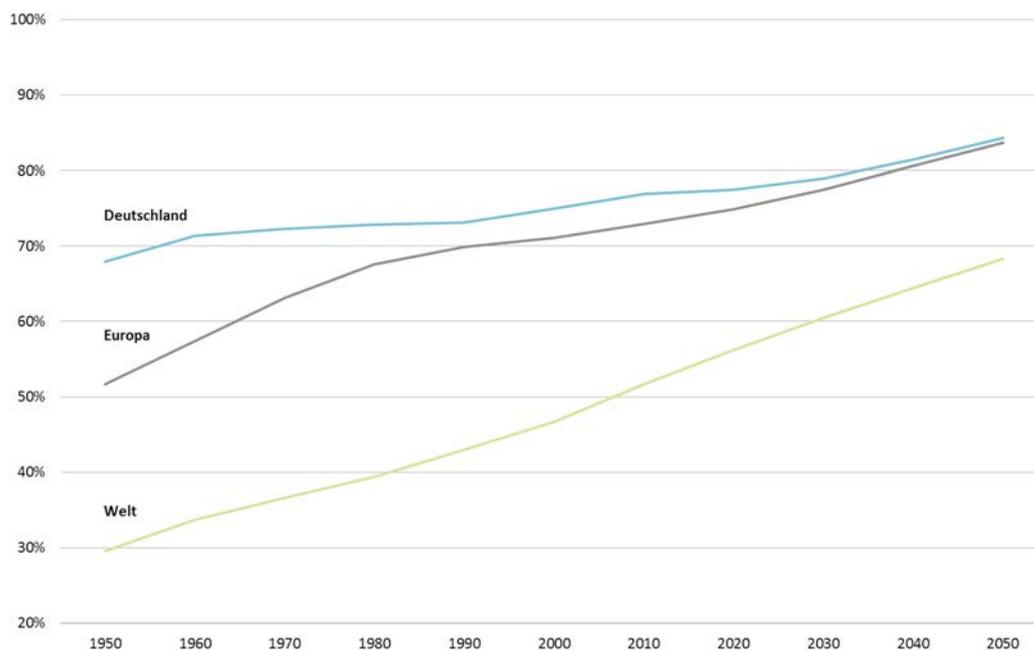


Abbildung 1: Entwicklung der Urbanisierungsgrade²

Für die Zukunft prognostizieren die Vereinten Nationen (UN), dass bis zum Jahr 2050 68,4% der Weltbevölkerung in urbanen Räumen leben wird (Stand 2018: 55,3%).

¹ UN 2018a

² Darstellung nach UN 2018b

Dieser Trend spiegelt sich auch in Europa wider. Hier liegt die Urbanisierungsrate³ im Jahr 2018 bei 74,5%, während die UN eine Zunahme bis 2050 auf 83,7% vorher-sagt. Deutschland besitzt gegenwärtig im weltweiten sowie europäischen Vergleich ei-nen überdurchschnittlich hohen urbanen Bevölkerungsanteil von 77,3%. Der globale Wachstumstrend zeichnet sich dabei auch in Deutschland ab, sodass die UN von einem Urbanisierungsgrad von 84,3% im Jahr 2050 ausgeht.⁴

Während die Städte weiter wachsen und es immer mehr Menschen in die Ballungsräu-me zieht, nimmt die Konkurrenz um die Nutzung der Flächen innerhalb der Städte zu. Das Straßenverkehrsnetz ist überlastet und die Verantwortung für eine schadstoffarme Umwelt und eine klimafreundliche Zukunft rückt immer mehr in den Fokus. Eine leis-tungsfähige Infrastruktur kann diese Trends nicht alleine auffangen – sie stellt nur die notwendige Voraussetzung dar. Der Motorisierungsgrad ist weiterhin hoch, obwohl die Pkw-Besitzquote der aktuellen jungen Generation erstmals rückläufig ist und es in Städ-ten vielfach attraktive Alternativen in der Personenmobilität gibt. Auch wenn bundes-weit über 70% der Verkehrsleistung im Güterverkehr auf die Straße entfallen und dieser Anteil in der urbanen Logistik noch deutlich darüber liegt, entfallen auf den Güterver-kehr weiterhin deutlich weniger Fahrten als auf den Verkehr mit Pkw. Durch die größe-ren und lauterer Fahrzeuge, die Behinderung des Verkehrsflusses durch Liefervorgänge und die zeitliche Überschneidung der Lieferprozesse mit den morgendlichen Pendler-fahrten wird der Güterverkehr von Stadtbewohnern und anderen Verkehrsteilnehmern als sehr störend wahrgenommen. Gleichzeitig ist urbaner Wirtschaftsverkehr jedoch für die städtische Ver- und Entsorgung, für funktionierenden Handel und Gewerbe und letztlich attraktive Städte unverzichtbar. Aus diesem Grund sind stadtverträgliche, res-sourcen- und infrastrukturechonende Logistikkonzepte und neue Technologien erforder-lich. Mobilität muss in Zukunft wirtschaftliche Dynamik, Attraktivität und vorhandene Standortvorteile sichern und eine lebenswerte Stadtentwicklung ermöglichen.

Im August 2018 publizierte der Deutsche Städtetag (DST) mit dem Titel „Gute Logistik für lebenswerte Innenstädte“ hierzu eine gemeinsame Erklärung mit dem Deutschen Städte- und Gemeindebund (DStGB), dem Handelsverband Deutschland (HDE) und dem Bundesverband Paket und Expresslogistik (BIEK). Die Verbände verbindet das Ziel „lebenswerte Städte und Gemeinden zu erhalten, in denen eine gute Versorgung der Bevölkerung gesichert wird. Dazu müssen Kurier-, Express- und Paket-Verkehre (KEP) stadtverträglich und so effizient wie möglich abgewickelt werden.“

3 Veröffentlichungen der UN, auf denen raumzeitliche Analysen der Verstädterung vielfach basieren, gehen von den jeweiligen nationalen Definitionen aus

4 UN 2018b

2. Verkehr in Städten

Mobilität ist unverzichtbar für Städte. Zugleich stößt die zunehmende Verkehrsnachfrage auf ein kaum noch erweiterbares Infrastrukturangebot. Neben den zur Ver- und Entsorgung urbaner Räume notwendigen Lieferverkehren werden die Straßen vor allem zu den Stoßzeiten durch Pendler, Handwerker, Einkaufsfahrten und andere Privatverkehre besonders belastet.

Die Mobilitätsstudie „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010“ (KiD 2010) zeigt die Relevanz des Wirtschaftsverkehrs am Jahresfahrtenaufkommen. Diese Studie schlüsselt das Fahrtenaufkommen in Deutschland zugelassener Kraftfahrzeuge und die durchschnittliche Fahrleistung auf. An den Werktagen Montag bis Freitag finden 38,9% aller Fahrzeugfahrten im Wirtschaftsverkehr statt. Der Anteil des Wirtschaftsverkehrs an der gesamten Jahresfahrleistung beträgt an Werktagen knapp ein Drittel (32,4%). Der Fokus der Erhebung wurde dabei auf Pkw gewerblicher Halter und leichte Lkw (< 3,5t Nutzlast) gelegt.⁵

Im Bereich der Wirtschaftsverkehre stellt der Dieselantrieb weiterhin den mit Abstand größten Anteil der eingesetzten Kraftstoffarten dar. Abbildung 2 zeigt diese Anteile am Bestand an Lastkraftwagen <12t Nutzlast am 1. Januar 2018 nach Kraftstoffarten in Deutschland auf.

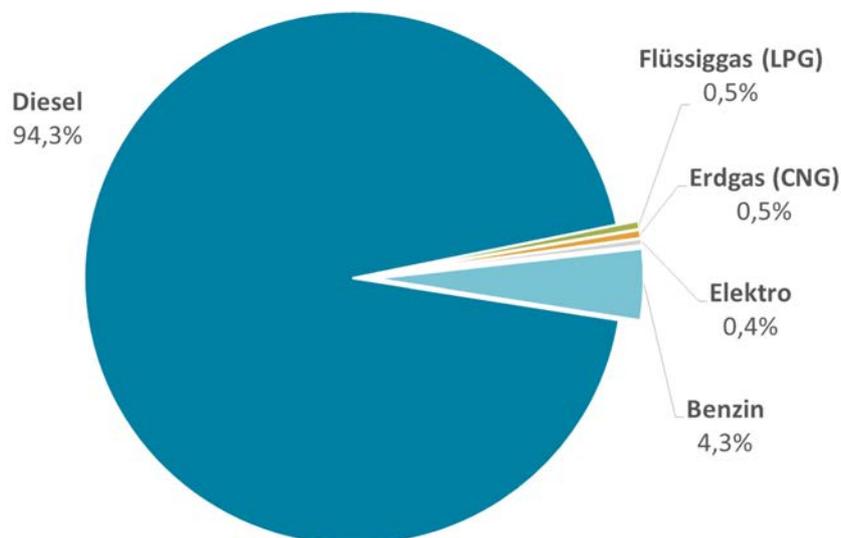


Abbildung 2: Anteil an Lkw <12 t Nutzlast nach Kraftstoffart in Deutschland (Stand Januar 2018)⁶

⁵ KiD 2010

⁶ Eigene Darstellung nach KBA 2018

Der geringe Anteil umweltfreundlicher und lokal emissionsfreier elektromobiler Nutzfahrzeuge (E-Nutzfahrzeuge) von 0,4% zeigt, dass diese Fahrzeuge in der Logistik bislang kaum eingesetzt werden. Von den 6.500 Neuzulassungen im Bereich der E-Nutzfahrzeuge <1t Nutzlast im Jahr 2017 waren über 50% (3.863 Neuzulassungen) StreetScooter. Dies liegt zum einen daran, dass aktuell kaum E-Nutzfahrzeuge in Serie produziert werden und zum anderen daran, dass die Nutzervorteile für alternative Antriebe im Logistikbereich fehlen. Vor allem da die E-Nutzfahrzeuge in der Anschaffung deutlich teurer als vergleichbare Dieselfahrzeuge sind.

Belastungen durch Lärm, Feinstaub und CO₂ werden primär durch den Verkehr verursacht, zugleich wächst die Logistikbranche weiterhin. Vor allem getrieben durch die Entwicklungen im E-Commerce und die zunehmende Anzahl kleinteiliger Sendungsmengen, die in den Städten verteilt werden müssen, kommt es zu einer weiteren Zunahme der Lieferverkehre. Urbane Räume werden hierdurch in ihrer Funktion als Handels- und Wohnstandort vor sich ändernde Anforderungen an die Ausgestaltung der logistischen Funktionen gestellt. Innovative Logistikkonzepte stellen dabei einen elementaren Baustein im komplexen Wirkungsgefüge urbaner Ballungsräume dar. Ziel ist die Vermeidung oder Verlagerung von Verkehren sowie eine effiziente Nutzung des Verkehrssystems für urbane Räume voranzutreiben.

3. Herausforderungen der urbanen Logistik

Städte stehen neben der zunehmenden Verkehrsbelastung vor vielen Herausforderungen: Baustellen durch Instandhaltung der Infrastruktur, drohende Zufahrtsbeschränkungen, Nutzungskonflikte bei Flächenknappheit, Überschreitung von Grenzwerten bei Luftschadstoffgrenzwerten und einer immer noch hohen Zahl von Unfällen – die Liste der Herausforderungen im Kontext der urbanen Logistik ist lang. Hinzu kommen Aspekte wie der Fachkräftemangel, der bestehende Kostendruck und die zunehmende Digitalisierung. Die Zahl der beeinflussenden Faktoren, die einer effizienten urbanen Logistik entgegenstehen, steigt rapide. Der häufig geforderte weitere Ausbau der Verkehrsinfrastruktur kann alleine für die Wachstumsmengen und Anforderungen nicht die Lösung darstellen. Zudem sind die Kommunen dafür oft nicht finanziell ausreichend ausgestattet und die Planungs- und Umsetzungszeiten zu lang. Es sind vielmehr stadtverträgliche und ressourcenschonende Logistikkonzepte erforderlich, um eine hohe Versorgungsqualität für die Menschen zu gewährleisten und andererseits Verkehrsbelastungen sowie Lärm- und Emissionsbelastungen durch Lieferverkehre im Stadtgebiet zu reduzieren.

Die Logistik wird einerseits als Voraussetzung für Industrie und Handel anerkannt, der Lieferverkehr aber von vielen zugleich als Störfaktor empfunden. Im Lebens- und Wirtschaftsraum der Stadt treffen die Aufgaben der Logistik in örtlich konzentrierter Form aufeinander. Die Ansprüche und Konflikte der Logistik um Flächen- und Infrastrukturnutzung und Einhaltung der Emissionsgrenzwerte stehen in einem besonderen Fokus.

Die städtischen Liefer- und Entsorgungsverkehre stehen bei der Nutzung von Flächen im Straßenraum in direkter Konkurrenz zum ruhenden Verkehr. Vor allem die Stückgut- und Paketsysteme bündeln Mengen im Hauptlauf, die dann in kleineren Sendungsgrößen durch Zustellfahrzeuge ihren Weg zum Empfänger finden. Dabei kommen im Nahverkehr oft Fahrzeuge bis 7,5t zGG zum Einsatz, die auch abseits der Hauptverkehrsstraßen fahren und zustellen können. Hierbei parkt ein Großteil der Zusteller in unmittelbarer Nähe (bis 10 m) des Lieferziels.⁷ An diesen Stellen sind jedoch meist keine Parkplätze oder Anlieferzonen vorhanden, so dass, vor allem in Innenstadtlagen, die Lieferanten häufig ihr Fahrzeug in der zweiten Reihe abstellen und hierdurch den Verkehrsfluss behindern. Die genauen Auswirkungen dieser Behinderungen sind in dicht besiedelten Innenstädten und Ballungsräumen nicht abzubilden, da sie ganze Straßenzüge betreffen können. Eine Erhebung in Berlin ermittelte hierzu, dass es sich bei etwa 10% aller Haltevorgänge in einem Innenstadtgebiet um Liefervorgänge⁸ handle. Insgesamt wird der größte Anteil des Lieferverkehrs (ca. 75%) durch Pkw oder Lkw unter 3,5t abgewickelt. Die Verschärfung der Grenzwerte für Luftschadstoffe und Lärmemissionen, die EU-Umgebungslärmrichtlinie und weitere aktuelle Änderungen von rechtlichen Regelungen verdeutlichen die Notwendigkeit, die urbanen Lieferverkehre in die Planungsprozesse zu integrieren.

„Mit der Einsicht, dass Stadtluft nicht mehr nur frei, sondern zunehmend auch krank macht, engagieren sich Umweltverbände und Bürger lokal bei stark emissionsbelasteten Straßen für Einschränkungen des Straßenverkehrs. Allerdings ist das Verhältnis der Deutschen zur Natur durchaus ambivalent und kann sich gerade in Bezug auf die Logistik mit dem Sprichwort „Wasch mir den Pelz, aber mach mich nicht nass!“ charakterisiert werden.“⁹

Die im Liefer- und Entsorgungsverkehr eingesetzten Lkw sind zu fast 100% Dieselfahrzeuge. Verbrennungsmotoren und im besonderen Dieselantriebe gelten dabei als Hauptursache für die Belastung der Atemluft mit Stickoxiden (NO_x) und Feinstaub (PM). Die Höhe der Emissionen im Verkehr hängt dabei von verschiedenen Aspekten ab, wie beispielsweise die Art der eingesetzten Transportmittel (z. B. Typ an Lkw), durch den spezifischen, d.h. auf die Transportleistung bezogenen Energiebedarf der jeweiligen Transportmittel, und durch die Menge an Schadstoffemissionen pro Energieeinheit, d.h. die „Sauberkeit“ der eingesetzten Energie. Abbildung 3 zeigt die Anteile des NO₂-Ausstoßes der verschiedenen Fahrzeugsegmente im Stadtverkehr auf.

7 Arndt 2015

8 Baumgartner 2010

9 ZF 2016

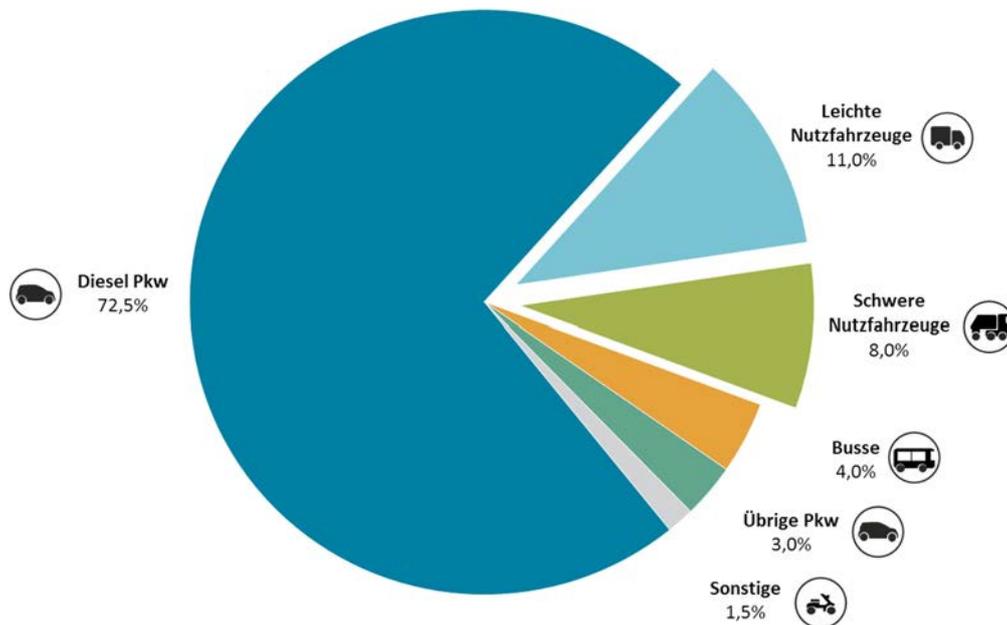


Abbildung 3: Anteile NO_2 -Belastung durch die verschiedenen Fahrzeugsegmente im Stadtverkehr¹⁰

Zwar stoßen Diesel-Pkw mit 72,5% den größten Teil des emittierten NO_2 aus, jedoch werden auch durch leichte und schwere Nutzfahrzeuge in Summe etwa 19% der NO_2 Belastung verursacht.¹¹ Des Weiteren zeichnen sich die leichten und schweren Nutzfahrzeuge in Summe für etwa 28% des CO_2 -Ausstoßes, 53% der Stickstoffoxid-Emissionen und 41% des anfallenden Feinstaubes im Straßenverkehr aus.¹²

Insgesamt werden in Deutschland aktuell in 37 Städten regelmäßig die Stickstoffdioxid-Grenzwerte überschritten. Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) hat bereits zu Beginn des Jahres 2018 insgesamt 18 Städte verklagt, in denen zukünftig Fahrverbote drohen könnten. Insgesamt hat die DUH inzwischen gegen 61 deutsche Städte mit erheblichen Überschreitungen des NO_2 -Grenzwerts Rechtsverfahren eingeleitet und davon in mittlerweile 28 Städten Klageverfahren eingeleitet.¹³ Die Städte reagieren hierbei unterschiedlich und lassen aktuell verschiedene Maßnahmen prüfen: wie beispielsweise verbesserte Verkehrsflusssteuerung, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Modernisierung der Busflotte, Förderung des Umweltverbund in der Stadtplanung, Verbot von Lkw-Durchgangsverkehr bis hin zu Fahrverboten (zeitlich oder straßenbezogen).

10 www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/stickoxid-belastung-durch-diesel-pkw-noch-hoehler, letzter Zugriff: 05.09.2018

11 www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/stickoxid-belastung-durch-diesel-pkw-noch-hoehler, letzter Zugriff: 05.09.2018

12 LUBW 2012

13 www.presseportal.de/pm/22521/4053976, letzter Zugriff: 05.09.2018

Neben den Luftschadstoffen stellen Lärmemissionen eine weitere Herausforderung dar. Die Logistik trägt den Lärm in die Fläche und somit auch zu den Menschen in ihrem Wohnumfeld. Das Umweltbundesamt (UBA) hat im Jahr 2016 zu der Frage „Welcher Lärm stört im Wohnumfeld am meisten?“ eine repräsentative Umfrage durchgeführt. Wie Abbildung 4 zeigt, fühlen sich etwa 76% der Befragten in ihrem Wohnumfeld durch den Straßenverkehrslärm gestört oder belästigt. An zweiter Stelle folgt mit etwa 59% der Lärm der Nachbarn.¹⁴

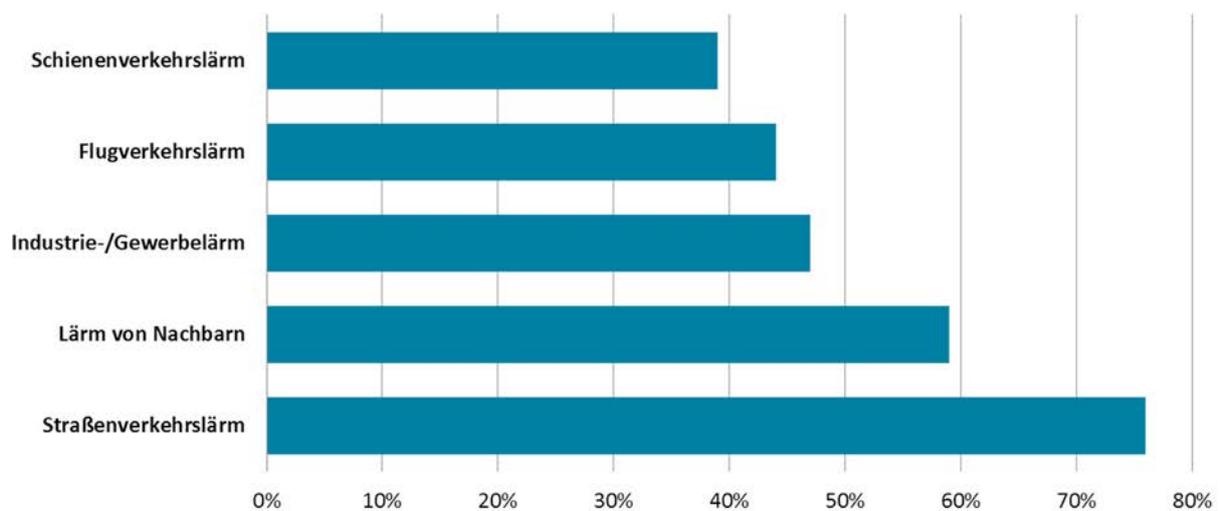


Abbildung 4: Ergebnis zur Frage, welcher Lärm die Menschen am meisten stört¹⁵

Hierbei sind die Bürgerinnen und Bürger häufig Lärmbelästigungen aus mehr als einer Lärmquelle ausgesetzt. Beim Verkehrslärm trifft dies für 23% der Bevölkerung zu, bei zusätzlicher Berücksichtigung von Nachbarschaftslärm sowie Industrie- und Gewerbelärm sogar 44%. Insgesamt sind über 4,7 Mio. Bürger und Bürgerinnen nachts gesundheitsschädlichem Verkehrslärm von über 55 Dezibel ausgesetzt. Ganztägig sind dies in etwa 3,4 Mio. Menschen, die einem Verkehrslärm von mehr als 65 Dezibel ausgesetzt sind.¹⁶

Die Night Noise Guidelines (Nachtlärmrichtlinien) der Weltgesundheitsorganisation WHO für Europa empfehlen, dass Menschen nachts keiner Lärmbelastung von mehr als 40 Dezibel ausgesetzt sein sollten. Gesundheitliche Schäden und der Verlust von gesunden Lebensjahren können die Folge sein.¹⁷ Ein konventioneller Diesel-Lkw ist bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h durchschnittlich 20-mal lauter als ein Pkw. Der Verkehrslärm ist bereits seit einigen Jahren nach der Luftverschmutzung das Umweltproblem mit den

¹⁴ www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung, letzter Zugriff: 05.09.2018

¹⁵ www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung, letzter Zugriff: 05.09.2018

¹⁶ www.umweltbundesamt.de/indikator-belastung-der-bevoelkerung-durch#textpart-3, letzter Zugriff: 05.09.2018

¹⁷ EEA 2010

zweitstärksten Auswirkungen auf die Gesundheit.¹⁸ Im Jahr 2015 haben deutschlandweit 754 Gemeinden konkrete lärmindernde Maßnahmen in Lärmaktionsplänen gemeldet, wobei eine der häufigsten Maßnahmen die Einführung von Durchfahrtsverboten für bestimmte Fahrzeugtypen und Tempo-30-Zonen sind.

4. Konzepte der urbanen Logistik

Bereits in den 80er Jahren wurden erste City-Logistik-Projekte gestartet, um die Städte vom Güterverkehr zu entlasten. Die Vorstellung war, durch empfangsbezogene Bündelung von Sendungsmengen, den städtischen Güterverkehrsbedarf mit weniger Fahrzeugen zu erfüllen.¹⁹ Allerdings sind diese inzwischen fast alle, aus unterschiedlichsten Gründen, eingestellt worden. Einer der Hauptgründe war meist der für die Bündelung notwendige zusätzliche Warenumsatz, zusätzliche Organisations- und Kommunikationskosten und die letztlich oft unrentable Zustellung im Innenstadtbereich. Hierdurch waren die getesteten City-Logistik-Konzepte i.d.R. nach Wegfall der Förderung nicht wettbewerbsfähig. Die Probleme in der Güterver- und -entsorgung der Städte haben indes weiter zugenommen. Der Wettbewerbsdruck ist weiter gestiegen, die Margen gesunken und zunehmende Verkehrsbelastung und restriktive Einfahrtsbeschränkungen erhöhen die Ineffizienzen für die Logistik. Mit taggleicher Zustellung und flexiblen Lieferorten und Zeiten sind zudem noch die Anforderungen von Endkunden und Handel deutlich gestiegen. Höhere Lieferfrequenzen für kleinere Sendungsmengen ist das Resultat. Den Handlungsdruck etwas zu ändern ist auf Stadt- wie auf Unternehmensseiten hoch. Aktuell findet im Bereich des urbanen Lieferverkehrs erneut ein Umdenken statt. Geänderte Rahmenbedingungen, neue Technologien und Konzepte für den städtischen Lieferverkehr lassen derzeit vielerorts innovative Pilotprojekte entstehen. City-Logistik wird neu gedacht. Teils sind Städte und Kommunen durch Luftreinhaltepläne und Lärmaktionspläne zum Handeln gezwungen, teils wird aktiv versucht mit stadtverträglicher und störungsfreier urbaner Logistik die Städte attraktiv und lebenswert zu gestalten. Zwar ist stadtverträgliche Logistik auch heute noch teurer als die konventionelle Zustellung, jedoch testen einige Unternehmen innovative Konzepte unter Realbedingungen aus. Diese Pioniere der urbanen Logistik handeln aus unternehmerischer Verantwortung, Imagegründen oder möchten auf zukünftige Veränderungen vorbereitet sein. Viele weitere Unternehmen erhoffen sich für ihre Entscheidungen jedoch noch mehr Klarheit, wie sich die politischen bzw. planerischen Rahmenbedingungen mittel- und langfristig darstellen, wo sich neue Standards ergeben und wie sie Investitionssicherheit erreichen.

Treiber vieler stadtverträglicher Konzepte sind dennoch oft Logistikdienstleister, die aufgrund der hochbelasteten Infrastruktur und strikten gesetzlichen Rahmenbedingungen

¹⁸ WHO 2011

¹⁹ Clausen 1990

neue Wege gehen wollen oder müssen. Das Kurier-, Express- und Paketsegment (KEP) gewinnt in diesem Zusammenhang zunehmend an Bedeutung. Grund hierfür ist die beschriebene zunehmende Verstädterung und der anhaltende Boom des E-Commerce. Die KEP-Verkehre stellen zwar nur ein kleines Segment des gesamten urbanen Wirtschaftsverkehrs, sind aber im städtischen Verkehr besonders sichtbar. Die Transportfahrzeuge der Dienstleister sind in der Regel mit Schriftzügen, Logos und Unternehmensfarben versehen und stehen somit im besonderen Fokus der öffentlichen Wahrnehmung. Der dahinterstehende Wiedererkennungswert der Marken führt jedoch gleichzeitig dazu, dass bspw. Halten in zweiter Reihe oder die (teilweise) Blockierung von Straßen sofort einem bestimmten Dienstleister zugeordnet werden kann, was dazu führt, dass KEP-Dienstleister häufig auch als Verkehrshindernisse wahrgenommen werden.

Im Jahr 2017 wurden in Deutschland Waren im Wert von 58,5 Milliarden Euro im Internet gekauft, was einer Steigerung von rund 10,9 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht²⁰. Im Logistikmarkt profitieren hiervon hauptsächlich KEP-Dienstleister, da ein Großteil der online gekauften Waren als Paketsendungen verschickt wird. Insgesamt wurden im Jahr 2017 in Deutschland rund 3,35 Milliarden KEP-Sendungen versendet. Für die nächsten Jahre ist ein weiterer Anstieg des Sendungsvolumens prognostiziert (vgl. Abbildung 5).

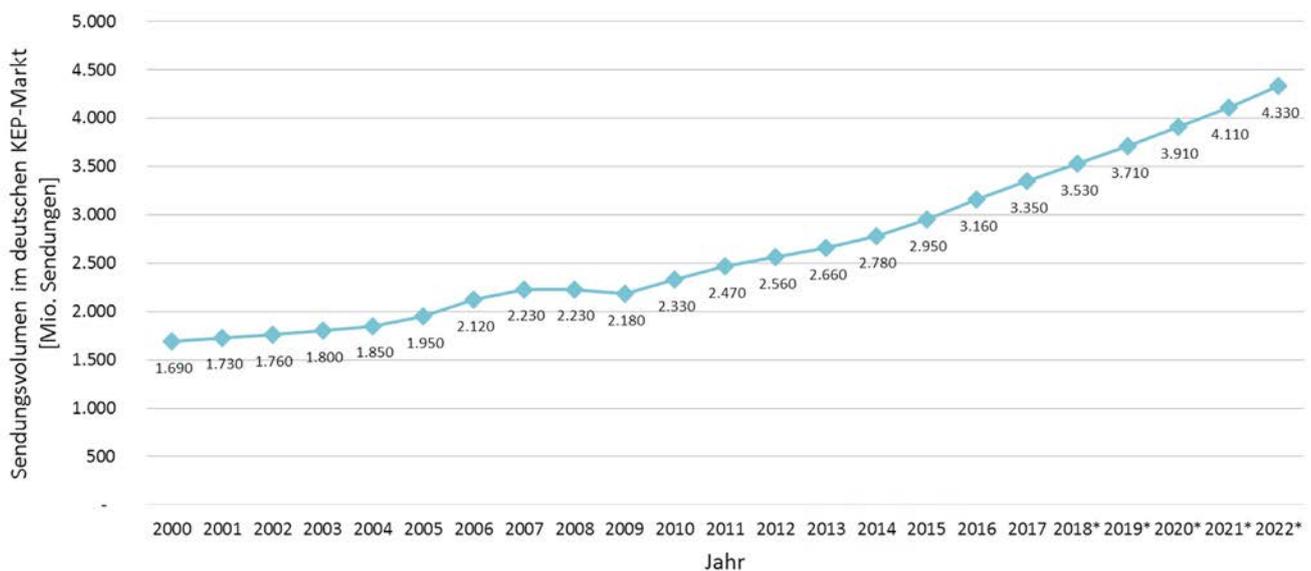


Abbildung 5: Entwicklung des Sendungsvolumen im deutschen KEP-Markt²¹

²⁰ bevh 2018

²¹ Eigene Darstellung nach BIEK 2018

Der steigende Paketanteil stellt bei dieser Entwicklung den Treiber des gesamten KEP-Marktes dar. Durch die erwartete weitere Steigerung dieses Segments werden sich die Herausforderungen auf der letzten Meile des Lieferverkehrs in den kommenden Jahren weiter verschärfen. Als Reaktion auf diese Entwicklungen sind innerhalb der urbanen Logistik in den letzten Jahren viele positive Pilotprojekte in die Praxis überführt worden. Es besteht aber auch die Notwendigkeit zentrale und gut positionierte Standorte für innerstädtische Logistikflächen einzurichten bzw. rechtzeitig in Planungsprozessen zu berücksichtigen. Die Stadt Paris stellt beispielsweise teure Innenstadtfächen für Logistik in der Stadt günstig zur Verfügung, wenn die Logistikdienstleister dafür E-Fahrzeuge oder Lastenräder auf der „letzten Meile“ einsetzen.

Aber auch in Deutschland gibt es aktuell eine Vielzahl von Aktivitäten um den aktuellen und zukünftigen Anforderungen der urbanen Logistik Rechnung zu tragen. Hierbei stehen zum einen Konzepte zum Einsatz alternativer Antriebe wie der Elektromobilität im Fokus. Zum anderen wird der Einsatz von Lastenrädern zum Teil in Kombination mit Mikrodepots vorangetrieben. Eine dritte Stoßrichtung bilden autonome Zustellkonzepte wie beispielsweise der Einsatz von Paketrobotern, Drohnen oder hochautomatisierten Fahrzeugen. Abbildung 6 gibt einen Überblick über Aktivitäten der urbanen Logistik in Deutschland (Stand 08/2018). Hierbei sind sowohl abgeschlossene Pilotversuche und Forschungsprojekte der letzten 5 Jahre, als auch laufende Projekte bis hin zu Konzepten, die ihren Weg in den Alltag der Unternehmen gefunden haben berücksichtigt. Zudem kann die Digitalisierung relevant für neue Services, als auch Ansatzpunkt für eine effizientere Organisation der Transportlogistik sein. Ziele sind hier beispielsweise eine bessere Bündelung, effizienteres Routing und die Kopplung der Ver- und Entsorgung.

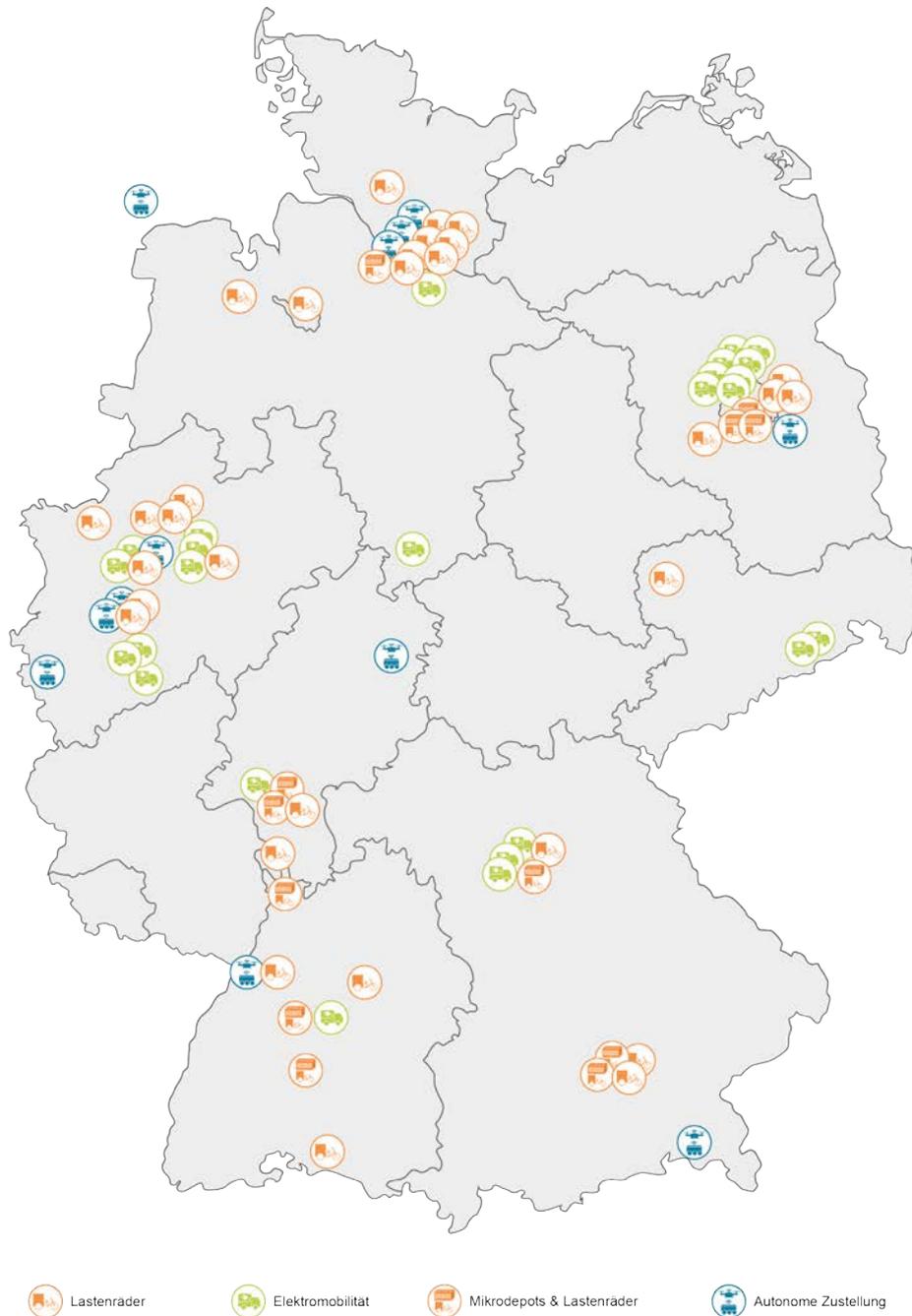


Abbildung 6: Aktivitäten der urbanen Logistik in Deutschland (Stand 08/2018)

Die geographische Verteilung der unterschiedlichen Aktivitäten zeigt eine deutliche Fokussierung auf Großstädte und Ballungszentren wie beispielsweise das Ruhrgebiet. Dies unterstreicht, dass hier der Handlungsdruck am größten ist. Alternative Antriebe stellen aktuell für viele Einsatzszenarien eine lokal emissionsfreie und leisere Lösung dar. Neben den E-Nutzfahrzeugen existieren auch für Lastenräder, vor allem im KEP-Bereich

bzw. der Verteilung kleinteiliger Sendungen in die Fläche, sinnvolle Einsatzgebiete. Der politisch diskutierte komplette Verzicht auf Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor wird allerdings auch unter den zukünftig absehbaren Randbedingungen eine ökonomische Überforderung für Städte, Kommunen und vor allem die Transportdienstleister und Unternehmen darstellen. Ein weiterer Trend ist die Erweiterung der Anlieferzeitfenster bis hin zur geräuscharmen Nachtlogistik, welche nur beim Einsatz von E-Nutzfahrzeugen umsetzbar ist. Diese Konzepte bieten Unternehmen, Städten und Kommunen die Logistik in urbanen Räumen stadtverträglicher und emissionsärmer zu gestalten.

Mikrodepots

Die Belieferung der letzten Meile erfordert vor dem Hintergrund der aktuellen und zukünftigen Anforderungen neue Belieferungskonzepte mit neuen Standorttypen. In diesem Zusammenhang kommen auch neue Fahrzeugtypen wie beispielsweise Lastenräder und innovative E-Kleinstfahrzeuge zum Einsatz. Aufgrund des geringeren Verteilradius im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug, werden kleine Depots bzw. Hubs als zusätzlicher Verteilerknoten eingesetzt. Je nach Größe wird dabei zwischen einem Urban Hub bis hin zu einem Mikrodepot unterschieden.

Mikrodepots sind mehrere kleine Lager, die eine effiziente Feindistribution auf der letzten Meile ermöglichen. Sie dienen ähnlich wie ein Urban Hub als Zwischenlager und können fest oder mobil innerhalb der Stadt lokalisiert sein. Durch die Nutzung von Mikrodepots soll die Verkehrsbelastung in Innenstädten zusätzlich reduziert werden. Der (Diesel-)Lieferwagen pendelt nun lediglich zwischen Zentrallager und Mikrodepot und kann dadurch deutlich schneller den sensiblen Innenstadtbereich verlassen.²²

Im Rahmen des Projekts „Smart Last Mile Logistics“ (SMILE) erprobt UPS in Hamburg den Einsatz von Wechselbrücken als Mikrodepots. Getrieben zum einen durch unternehmensinterne Ziele zur CO₂-Reduktion, die Stauproblematik in der Innenstadt und das Fehlen von Parkmöglichkeiten während der Zustellung wurde das Projekt gestartet.²³ Ein weiteres Beispiel für die Umsetzung eines Mikrodepots ist das Projekt „Kooperative Nutzung von Mikrodepots und Zustellung von Sendungen per Lastenrad in Berlin“ (Ko-MoDo). Das Besondere an diesem Projekt ist die erstmalige Kooperation der fünf größten KEP-Dienstleister zum Betrieb eines gemeinsamen Mikrodepots.

Neben diesen beiden Projekten existieren weitere erfolgreich durchgeführte Pilotversuche in Deutschland. Zudem stehen viele Städte und Kommunen im Austausch mit KEP-Dienstleistern um Einsatzmöglichkeiten in der eigenen Stadt zu initiieren und zu erproben. Häufig scheitert dies jedoch an fehlenden, innenstadtnahen Flächen oder Immobilien zur Nutzung als Mikrodepot.

²² Bernsmann 2018, S. 100

²³ Bernsmann 2018, S. 55

Lastenräder

Lastenräder stellen neben E-Kleinstfahrzeugen eine Möglichkeit dar, Mikrohubbs in urbanen Räumen effizient nutzen zu können und auf diese Weise Problembereiche zu entlasten. Gespräche mit verschiedenen Vertretern aus dem KEP-Bereich haben gezeigt, dass hierbei vor allem die Infrastruktur eine große Rolle spielt. Hierzu zählt beispielsweise die Nutzung von Mikrodepots am Rande der Innenstadt, welche in den Abend- oder frühen Morgenstunden mit Sendungen befüllt werden, damit diese im Laufe des Tages von den Lastenrädern zugestellt werden können. Wissenschaftliche Arbeiten zeigen den erheblichen Vorteil für die Umwelt auf.²⁴ Einige Studien gehen dabei von hohen Verlagerungspotenzialen von Kraftfahrzeugen auf Lastenräder von bis zu 51 % der Gütertransporte aus, wobei es sich hierbei um etwa zwei Drittel private Sendungen und ein Drittel kommerzielle Sendungen handelt.²⁵

Bei der Umsetzung von Projekten werden auch in Deutschland verschiedene Bereiche adressiert. Neben der kommerziellen B2C-Lieferung wird auch der private Transport von Einkäufen betrachtet und erprobt. Ein weiteres Ziel ist das Anregen politischer Maßnahmen zum Einsatz von Lastenrädern und die Schaffung von Impulsen, welche die Gesellschaft dazu bringen, vom Kraftfahrzeug auf das Lastenrad umzusteigen.²⁶ Ebenso haben die Projekte gezeigt, dass vor einer weiteren Verbreitung von Lastenrädern das Setzen von technischen Standards, Anpassungen in der Verkehrs-Infrastruktur und der logistischen Konzepte flankiert werden sollte. Projektansätze wie die Bentobox als neutraler Konsolidierungspunkt zwischen Lieferwagen und Lastenrad für die letzte Meile gehen in diese Richtung.²⁷

Geräuscharme Nachtlogistik durch den Einsatz von Elektromobilität

Etwa 50 bis 70 % der städtischen Versorgungsverkehre werden zwischen 8:00 und 12:00 Uhr durchgeführt.²⁸ Genau in diesem Zeitraum sind die Straßen durch Pendler, Handwerker, Einkaufsfahrten und andere Privatverkehre besonders belastet. Hierdurch werden die Logistiktouren ineffizient. Im Stau stehend werden Lärm und Luftschadstoffe unnötig emittiert. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts „Geräuscharme Nachtlogistik – Geräuscharme Logistikdienstleistungen für Innenstädte durch den Einsatz von Elektromobilität (GeNaLog)“ wurde ein Logistikkonzept entwickelt, das durch die Nutzung von E-Lkw eine Verlagerung von einem Teil der Güterverkehre in die Tagesrandzeiten bzw. Nacht ermöglicht. Ein Alleinstellungsmerkmal von E-Lkw besteht in dem sehr geräuscharmen Betrieb.

24 Clausen et al. 2015

25 Wrighton 2016

26 Wrighton 2016

27 Bernsmann 2018, S. 22

28 Erd 2015

Im Rahmen einer Testphase konnte unter Realbedingungen nachgewiesen werden, dass die geltenden Lärmrichtwerte der Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) durch technische und organisatorische Maßnahmen eingehalten werden können. Dort wurden ausgewählte REWE-Filialen zwischen 22 und 24 Uhr in einem Zeitraum von fünf Wochen mit einem E-Lkw beliefert. Hierfür sind jedoch nicht nur die Geräuschemissionen des E-Lkw zu berücksichtigen, sondern auch die der Ladehilfsmittel und örtlichen Gegebenheiten der Filialen (vgl. Abbildung 7).

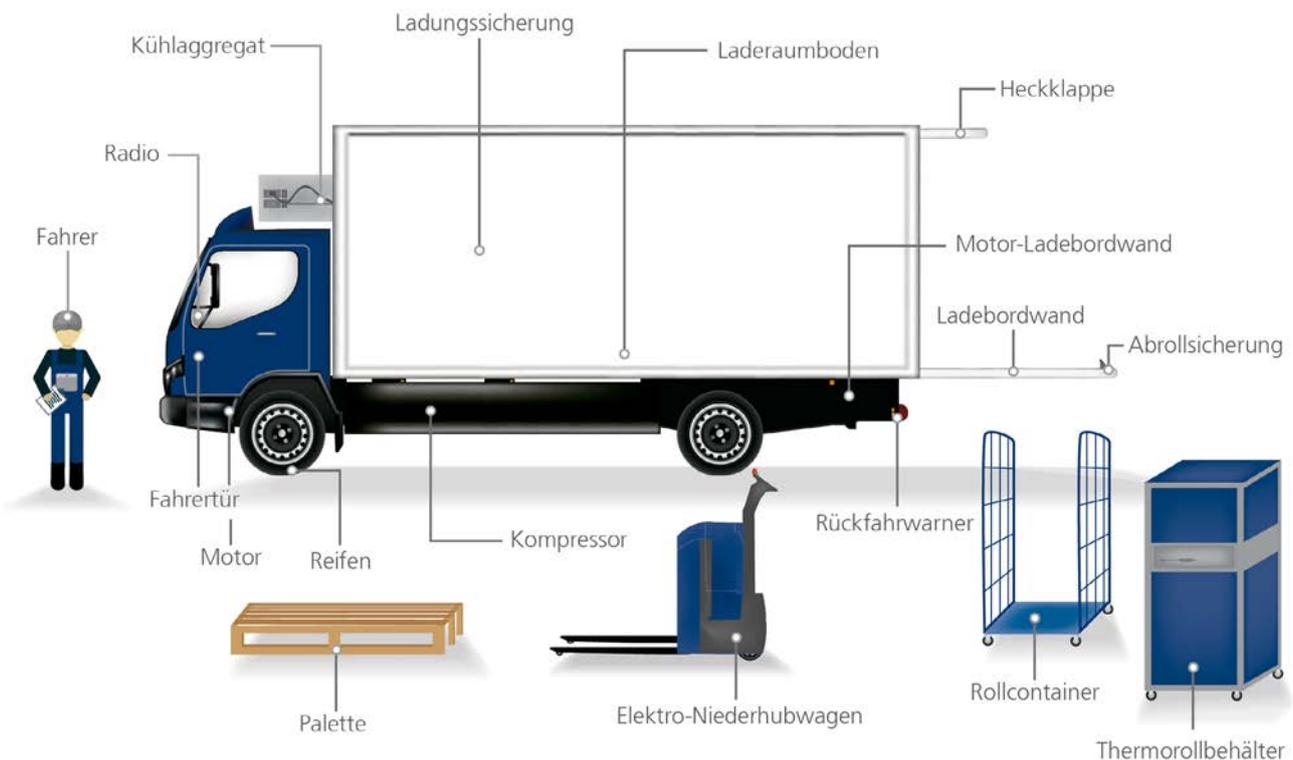


Abbildung 7: Identifizierte Geräuschquellen beim Anlieferprozess an einer Filiale²⁹

Durch die Nutzung der freien Infrastruktur in der Nacht können die Fahrzeiten der Touren um 20-40% reduziert werden. Durch die längeren Betriebszeiten kann die Transportmenge, für die sonst drei Diesel-Lkw benötigt werden von zwei E-Lkw ausgeliefert werden. Die derzeit noch in der Anschaffung deutlich teureren E-Lkw können somit wirtschaftlicher eingesetzt werden. Die E-Lkw werden auch tagsüber eingesetzt, so dass der gesamte städtische Güterverkehr geräuscharmer und mit geringeren Luftschadstoffen abgewickelt werden kann.

In den Niederlanden gibt es seit längerem das PIEK-Zertifikat für leise Lkw und Logistik-equipment. Dadurch wird eine Belieferung der Innenstädte in der Nacht ermöglicht. Die

29 GeNaLog 2017

TA Lärm definiert hingegen deutlich strengere Immissionsrichtwerte als das PIEK-Zertifikat. Beispielsweise betragen in Deutschland die Immissionsrichtwerte für ein Kern-, Dorf- und Mischgebiet tagsüber 60 dB(A) und nachts 45 dB(A)³⁰. Zudem ist dieses Zertifikat aufgrund anderer gesetzlicher Rahmenbedingungen nicht einfach auf Deutschland übertragbar. Um urbane Lieferverkehre aber flächendeckend in die Tagesrandzeiten und die Nacht zu verlagern und die Straßeninfrastruktur effektiver zu nutzen, sind daher vor allem auf Seiten der Gesetzgebung und den Genehmigungsverfahren noch einige Hürden zu nehmen. Innovative Konzepte passen aktuell nicht in das starre Korsett der Verordnungen und Richtlinien. Zuständigkeiten sind für Unternehmen nicht transparent nachvollziehbar. Trotzdem stellt die Elektromobilität einen wesentlichen Baustein einer stadtverträglichen Logistik dar.

Autonome Zustellung im urbanen Raum

Großen Einfluss auf eine effiziente und bedarfsgerechte Versorgung von Städten werden aber besonders die informatorische Vernetzung der Akteure und die Digitalisierung haben. Die Digitalisierung als Megatrend betrifft sowohl den Handel, als auch Produktion, Dienstleistung, Mobilität und Logistik in vielfältiger Weise. Die verfügbaren Services werden sich in den nächsten Jahren stark weiter entwickeln und das Erscheinungsbild von Städten und die Art, wie Menschen und Güter sich bewegen stark verändern. Auch die zunehmende Automatisierung der letzten Meile, z. B. durch Paketroboter in der Zustellung wird zu einer Entzerrung der Verkehre führen.

Im Rahmen des Projekts „Autonomous Logistics Electric Entities for city distribution“ (ALEES) hat die belgische Stadt Mechelen gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft, dem Vlaams Instituut voor de Logistiek VIL und dem Fraunhofer IML in einem Praxistest erstmals automatisiert elektrische Fahrzeuge bei der Innenstadt-Belieferung eingesetzt. Ziel des Projekts ist die Umsetzung einer nachfrageorientierten Belieferung, insbesondere von Händlern und Gastronomen in der Innenstadt mit der Vorgabe, dass mehrere Logistikdienstleister dasselbe Fahrzeug nutzen sollten.

Durch den Einsatz automatisiert elektrischer Fahrzeuge wird zum einen die urbane Versorgung umweltfreundlicher und leiser und zum anderen lassen sich mithilfe vernetzter Fahrzeuge die Warenzustellungen dynamischer gestalten. Auf diese Weise soll der Servicegrad für die Kunden erhöht werden. Das Fahrzeug (vgl. Abbildung 8) fährt dabei die Fußgängerzone immer wieder hoch und herunter und avisiert dem Empfänger per Handy, wann es das nächste Mal seinen Standort passiert und er die Möglichkeit hat sein Paket zu einer für ihn passenden Uhrzeit entgegenzunehmen. Konkret bedeutet das weniger missglückte Zustellversuche und keine gestressten Fahrer. Diese wären nur noch für das Be- und Entladen des Fahrzeugs zu Beginn und am Ende eines Tages zuständig.

30 TA Lärm 1998



Abbildung 8: Elektrisch-automatisierte Innenstadtverteilung in Mechelen³¹

Bei dem im Mai 2018 durchgeführten Praxistest im belgischen Mechelen wurden auf diese Weise fünf Händler und Gastronomen mit in Trockeneis verpackten Waren beliefert. Das Fahrzeug, ein kompaktes Shuttle des Kooperationspartners „Easy Mile“, bewegte sich dabei lautlos und automatisiert durch die Fußgängerzone der Innenstadt. Das Ergebnis war eine durchweg positive Resonanz. Damit solch ein Projekt allerdings in der Praxis realisiert werden kann, muss zunächst eine geeignete Vernetzungsinfrastruktur entwickelt werden. Zudem müssen Logistikdienstleister kooperieren und eine derartige Lösung gemeinschaftlich aufsetzen bzw. nutzen oder sich ein Start-up finden, welches diese hochspezialisierte Innenstadtbefahrung als Service anbieten möchte.

Der Pilotversuch hat gezeigt, dass zukünftig viele Varianten der Innenstadtzustellung denkbar sind, beispielsweise könnten auch in der Innenstadt wohnhafte Privatpersonen beliefert werden oder das Fahrzeug als eine Art rollende Packstation mit abschließbaren Fächern gestaltet werden

5. Fazit

Der Handlungsdruck bei Städten und bei Logistikdienstleistern ist hoch. Viele aktuell erstellte Masterpläne deutscher Städte setzen im Kontext der Luftreinhaltung Schwerpunkte im Bereich der Personenmobilität. Dies ist einerseits nachvollziehbar, da durch Verlagerung von Pkw-Verkehr auf umweltfreundliche Mobilität erwünschte Effekte vermutlich kurzfristiger erreicht werden können, aber andererseits verdient die urbane

³¹ Bildquelle: Fraunhofer IML

Logistik in ähnlicher Weise hohe Aufmerksamkeit. Sie ist gleichermaßen Voraussetzung für funktionierende Ver- und Entsorgung in Städten wie Herausforderung oder gar Ärgernis, dort wo sie noch nicht gut organisiert ist. Dabei kann und muss sich urbane Logistik weiterentwickeln. Digitalisierung ist sowohl Treiber für neue Services als auch Voraussetzung verbesserter Koordination, Kooperation und Effizienz in der Abwicklung. Innovative Technologien von neuer Antriebstechnik bis hin zu Zustellrobotern brauchen Chancen für ihre Erprobung. Dabei wird festzustellen sein, wo Lastenräder ohne lokale Emissionen und fast ebenso schnell wie Lkw in der Zustellung funktionieren oder wo sich elektrisch-automatisierte Verteilfahrzeuge gut in das urbane Leben integrieren lassen.

Erreichbarkeit bleibt Voraussetzung, aber bei knappen Flächen wird in mehr Fällen als bisher über andere Zeiten als 8.00 bis 12.00 nachzudenken sein. Die Zertifizierung geräuscharmer Fahrzeuge und dem eingesetzten Equipment und die darauf basierende Gewährung gezielter Nutzervorteile, wie eine Anlieferung in der Nacht wäre ein wichtiger Schritt im Zuge eines Aufbaus einer leisen urbanen Distributionslogistik. Eine Zertifizierung würde deutschen Kommunen die Möglichkeit geben, wie bspw. in den Niederlanden, dass mit zertifizierten leisen Fahrzeugen (PIEK-Zertifikat) in Wohngebieten und sogar nachts zugestellt werden darf. Für mehr Unternehmen würden sich E-Lkw dann wirtschaftlich lohnen und zum Einsatz kommen. Eine Gegenüberstellung der radikalen Varianten „gar nicht“ oder „100% elektrischer Antrieb“ macht dagegen wenig Sinn, werden doch vermutlich Lkw mit Verbrennungsmotor für viele Transportbedarfe mit großer Zuladung oder für weite Entfernungen auch in der urbanen Transportlogistik noch länger die beste Antwort sein.

Handel und Verlager, Logistikdienstleister und Kommunen brauchen wechselseitiges Verständnis. Die vielfach aufgenommenen Dialoge müssen vertieft und die Voraussetzungen für Planungs- und Investitionssicherheit erarbeitet werden, damit stadtverträgliche Logistik weiter vorankommen kann. Dabei wird es ziemlich sicher „Beste Beispiele“ geben, bei denen von anderen Städten oder innovativen Dienstleistern gelernt werden kann, aber genauso sicher nicht „die eine“ urbane Logistik, die überall uniform passen wird.

6. Literaturangaben

- Arndt 2015 Arndt, Wulf-Holger (2015): Funktion und Gestaltung von Haupt(verkehrs)straßen mit Schwerpunkt Innenstadt, Difu-Impulse Bd. 3/2015
- Baumgartner 2010 Baumgartner, Claudia; Garben, Manfred: Erhebungen zum Lieferverkehr – Fallbeispiele Berlin und Hagen, Handbuch der Kommunalen Verkehrsplanung, 57. Ergänzungslieferung, 2.4.6.1, Berlin 2010
- Bernsmann 2018 Bernsmann, Arnd; Vastag, Alex: Urbane Logistik – Schnell, stadtverträglich und wirtschaftlich, HUSS-Verlag, München 2018
- bevh 2018 Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland e.V. (bevh): Zweistelliges Wachstum in 2017 und weiterhin gute Perspektiven im E-Commerce, Pressemitteilung vom 22.01.2018
- BIEK 2018 Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK): KEP-Studie 2018 – Analyse des Marktes in Deutschland. Köln, Juli 2018
- Clausen 1990 Clausen, Uwe: City Logistik – Intelligente Verknüpfung. In: Packung und Transport 22 (7), 1990, S. 35–37.
- Clausen et al. 2015 Clausen, U.; Athanassopoulos, T.; Dobers, K.: Reducing the Environmental Impact of Urban Parcel Distribution. In: H. Zijm, M. Klumpp, U. Clausen und M. ten Hompel (Hg.): Logistics and Supply Chain Innovation – Bridging the Gap between Theory and Practise: Springer, 2015, S. 159–181
- EEA 2010 European Environment Agency: The European Environment – State and Outlook 2010: Synthesis. European Environment Agency, Copenhagen 2010
- GeNaLog 2017 Vastag, Alex (Hrsg.); Kirsch, Daniela; Bernsmann, Arnd; Moll, Cornelius; Stockmann, Martin: Potenziale einer geräuscharmen Nachtlogistik – Ergebniss und Handlungsempfehlungen des Forschungsprojekts GeNaLog, Fraunhofer Verlag, Stuttgart 2017
- Erd 2015 Erd, Julian: Stand und Entwicklung von Konzepten zur City-Logistik, Springer-Gabler, Wiesbaden 2015, S. 26
- KBA 2018 Kraftfahrt-Bundesamt (KBA): Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen, 1. Januar 2018, FZ 13, URL: www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2018/fz13_2018_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Stand: 05.09.2018]

- KiD 2010 Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010).
Schlussbericht, Braunschweig 2012, S. 496
- LUBW 2012 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-
Württemberg: Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-
Württemberg 2010, Karlsruhe 2012
- TA Lärm 1998 Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-
Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen
Lärm – TA Lärm vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503),
geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT
08.06.2017 B5)
- UN2018a United Nations 2018: „Annual Percentage of Population at Mid-
Year Residing in Urban Areas by region, subregion and country,
1950-2050“, URL: <https://esa.un.org/unpd/wup/Download/>
[Stand: 05.09.2018]
- UN 2018b United Nations, Department of Economic and Social Affairs,
Population Division (2018). World Urbanization Prospects: The
2018 Revision, URL: [https://esa.un.org/unpd/wup/Country-
Profiles/](https://esa.un.org/unpd/wup/Country-Profiles/) [Stand: 05.09.2018]
- WHO 2011 World Health Organization: Burden of disease from environmental
noise – Quantification of healthy life years lost in Europe, Bonn
2011. URL: [www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/
e94888/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/) [Stand: 05.09.2018]
- Wrighton 2016 Wrighton, Susanne; Reiter, Karl (2016): CycleLogistics – moving
Europe forward!, in: Elsevier B.V. (Hrsg. Bd.): Transportation
Research Procedia Volume 12 (2016): The 9th International
Conference on City Logistics, 17-19 June 2015, Tenerife, Canary
Islands (Spain), S. 950-958
- ZF 2016 ZF Friedrichshafen AG: ZF-Zukunftsstudie 2016 – Die letzte Meile,
Stuttgart 2016

B4

Finale
Wissenschaftspreis
Logistik

Cloud Logistics – Reference Architecture Design

1. Introduction

2. Systematic Review of Cloud Logistics Knowledge

- 2.1. Objective and Method
- 2.2. Descriptive Analysis and Results: An Emerging Field
- 2.3. Content Analysis and Results: Four Distinct but Related Meanings

3. Cloud Logistics Systems: Reference Architecture Design

- 3.1. Design Objective and Approach
- 3.2. Stakeholders and Their Concerns
- 3.3. Selection and Overview of Viewpoints
- 3.4. Value Creation Logic
- 3.5. Physical Logistics Infrastructure
- 3.6. Structural Governance
- 3.7. Centralization
- 3.8. Formalization
- 3.9. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part I: Integrated Model
- 3.10. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part II: Servitization
- 3.11. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part III: Standardized, Semantic Service Descriptions
- 3.12. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part IV: Market Mechanisms

4. Conclusions and Outlook

Bibliography

Cloud Logistics – Reference Architecture Design¹

Dr. Falco Jaekel, Project Manager at DHL Consulting and Department of Business Policy and Logistics, University of Cologne

1. Introduction

Throughout the 1990s, cost efficiency was the leading principle that guided firms' decisions about how to source, produce, and distribute their goods and services (Christopher & Peck 2004: 2; also see Tang & Tomlin 2008: 12; Lee 2004: 102; CLSCM 2002: 3). The pursuit of cost efficiency has ultimately led to a fragmentation of value creation systems and transformed them into global networks of organizations that have become increasingly complex, interconnected, interdependent and, thus, vulnerable to disturbances (see e.g. CLSCM 2002; Norrman & Jansson 2004: 434; Tang & Tomlin 2008: 12; Tang 2006: 33). In such networks, even small and localized disturbances can quickly escalate and result in considerable disruptions (Bhatia et al. 2013: 5; also see Berdica 2002: 117).

In recent years, our world has become increasingly volatile and uncertain. Both abrupt change (e.g. due to disasters, crises) and incremental change (e.g. due to megatrends such as globalization and urbanization) reduce the predictability of the demand and supply of goods and services. This in turn reduces the predictability of logistics processes, as logistical demand derives from the demand and supply of goods and services. Lee (2004: 105) posits that cost efficiency will remain necessary in a turbulent world, but will not be sufficient for firms to be successful; he therefore calls for rebalancing cost efficiency with effectiveness, where we will specifically conceive of effectiveness to relate to agility: "the ability to respond rapidly to unpredictable changes in demand or supply" (Christopher & Peck 2004: 10). Agile value creation systems are thus able to better cope with dynamic environments (Agarwal et al. 2007: 443).

In this context, a new logistics notion "cloud logistics" has recently emerged in academic literature, practice-oriented industry magazines, and on web sites of logistics IT vendors and logistics service providers (LSPs). In Germany, early adopters of the term include scholars affiliated with the Bundesvereinigung Logistik (BVL). Several scholars and practitioners conceive of "cloud logistics" to refer to a new mode of provisioning physical logistics capabilities, such as the transportation, storage, and handling of physical goods. Similar to cloud computing, this mode takes an overarching perspective on the delivery of logistics capabilities and is thus detached from firms' specific supply chains and logistical setups. Cloud logistics specifically refers to adopting the design principles and concepts of cloud computing to logistics systems (see e.g. Wang

¹ This article is an abstract of my dissertation, which has been published with the same title in the book series *Produktion und Logistik* by Springer Gabler, Wiesbaden in 2018: ISBN 978-3-658-22836-1 (Softcover) and ISBN 978-3-658-22837-8 (eBook).

et al. 2012b; Kersten et al. 2012; Pieringer 2012; Li et al. 2013; Leukel & Scheuermann 2014; Teichmann 2014; Ludwig 2014; Ehrenberg & Ludwig 2014; Ballardt 2014; Delfmann & Jaekel 2012). The basic motivation for this innovative design approach is to enable logistics systems to deliver physical logistical capabilities with the same essential characteristics with which cloud computing systems deliver computing capabilities.

Delivering physical logistics capabilities with the essential cloud characteristics (including on-demand, rapid elasticity, resource pooling, pay-per-use) seems conducive to supporting firms in achieving efficient *and* agile logistical responses. On-demand availability means that logistics capabilities can be made available with little lead time at any time. Rapid elasticity means that the capacity of logistics capabilities can be quickly increased or decreased commensurate with current demand. Thus, making available logistical capabilities in an on-demand and rapidly elastic manner can enable firms to rapidly implement effective logistical responses to newly emerging demand or to unpredictable variations in the demand and/or supply of goods and services. Moreover, such responses are also efficient due to resource pooling and pay-per-use. Thus, cloud logistics seems to be able to reconcile the conflicting goals of logistical efficiency (due to resource pooling and pay-per-use) and effectiveness (due to on-demand availability and rapid elasticity). We therefore argue that the essential characteristics of cloud computing are highly relevant for the delivery of physical logistics capabilities. Hence, transferring the design principles and concepts of cloud computing to logistics systems is a worthwhile approach to investigating and thus contributing to enabling effective and efficient logistical responses in uncertain and volatile environments.

The design of logistics systems in accordance with cloud principles and concepts is hampered by several factors. First, due to the recent emergence of the term, existing cloud logistics knowledge is highly fragmented and incomplete. It collectively falls short of providing a clear conception of what areas of logistics system design are affected by adopting the principles and concepts underlying cloud computing, how the design of logistics systems can be carried out as per these principles and concepts, what the design result would “look like,” and if (or the extent to which) logistics systems designed in this manner can in fact deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics. Second, cloud logistics knowledge seems largely detached from existing literature and lacks a clear theoretical basis. Scholars and practitioners from logistics and logistics-related computer sciences merely allude to a variety of principles, concepts, and characteristics, such as virtualization, service-orientation, interfirm networks, and auctions, without referencing relevant literature comprehensively and without specifying their exact meanings and relevance for cloud logistics. Third, the meaning of the term “cloud logistics” is unclear. Academics and practitioners use the term inconsistently to refer to a variety of phenomena. In principle, this terminological ambiguity results from the fact that the term is a composition of two concepts: cloud (computing) and logistics, and inevitably inherits and blends their meanings (Leukel & Scheuermann 2014:39; Ker-

sten et al. 2012:257). Different scholars and practitioners blend the original meanings in different ways. This makes it difficult to clearly delineate the approach for designing logistics systems as per the principles and concepts of cloud computing.

Considering the unclarity of how logistics systems can be designed in accordance with the principles and concepts underlying cloud computing, we set out to attain the following objective:

Design a logistics system in accordance with the principles and concepts of cloud computing in order to determine if and how logistics systems can deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics.

This objective unfolds high relevance for both scientists and practitioners. For academics, the transfer of design principles and concepts from cloud computing to logistics has not yet been accomplished systematically, albeit being mentioned by several scholars. Hence, our objective aims to close a research gap. For practitioners, the resulting logistics system, which has been designed according to the design principles and concepts of cloud computing, represents a concrete solution template of an innovative system that aims to deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics. This innovative logistics system may help firms to compete more effectively and efficiently in dynamic environments characterized by limited logistical predictability. Practitioners can use this solution template as an implementation guideline. Academics can use this template as a foundational structure to advance research in the field.

This remainder of this article is structured into three chapters. The first focuses on the systematic review of cloud logistics knowledge; the second on the design of a reference architecture for cloud logistics systems; the final chapter concludes this article and provides an outlook.

2. Systematic Review of Cloud Logistics Knowledge

2.1. Objective and Method

To establish a solid foundation for designing a logistics system in accordance with the principles and concepts underlying cloud computing, we conducted a broad systematic search and review of existing knowledge associated with the term “cloud logistics.”

Specifically, we searched three categories of sources: (a) academic databases focused on IT (IEEE Xplore and ACM Digital Library); (b) academic databases concerned with management and social sciences (EBSCO, ABI/INFORM, and SSCI); and (c) freely accessible web search engines (Google Scholar and Google Search). Each search hit produced is referred to as “source” hereafter.

We followed the same method as is typically used for systematic literature reviews (see e.g. Tranfield et al. 2003). Yet, compared to typical reviews, a review regarding “cloud logistics” faces the opposite problem: We have clarity about the keyword to be searched for, but the phenomenon itself is vague. Therefore, by conducting a systematic review, we aim to structure current knowledge not only to derive research avenues as typically done, but also to determine the underlying phenomenon itself. In other words, we aim to determine the direct meaning of the term “cloud logistics” through a systematic analysis of current knowledge.

2.2. Descriptive Analysis and Results: An Emerging Field

Our search on August 12, 2015 identified a total of 274 hits of which 79 were considered intelligible and relevant and, hence, included in our review. The term “cloud logistics” initially emerged in 2010 and its use has proliferated and accelerated since then, with one source in 2010 and 30 in 2014.

Although the term is used by authors affiliated with institutions located in 11 different countries, the majority of authors are affiliated with either Chinese or German institutions. In Germany, an interdisciplinary working group of the Scientific Advisory Board of the Bundesvereinigung Logistik (BVL) was among the first to use the term in a call for papers for the 6th International Scientific Symposium on Logistics (ISSL).

Due to the emerging character of this research field and our broad search approach, we identified a heterogeneous set of source types. We found 28 academic sources (including conference papers and peer-reviewed journal articles) and 51 non-academic sources (including industry magazines, websites of IT providers and LSPs, and a US patent application). As our search produced both academic and non-academic sources, we conclude that “cloud logistics” is relevant for both scholars and practitioners.

2.3. Content Analysis and Results: Four Distinct but Related Meanings

2.3.1. Overview of Meanings

By analyzing the content of the sources, we identified four distinct but related meanings of the term “cloud logistics.” Each meaning takes “cloud logistics” to specify a different phenomenon, but they are related because these phenomena share two elements: All are concerned with a logistical issue related in some way to a cloud computing based IT system.

The identified meanings and their underlying knowledge have varying relevance for our research objective: designing a logistics system in accordance with the principles and concepts of cloud computing. Meaning 4 forms a direct basis for this objective, and meaning 2 also contributes to this design process. Meanings 1 and 3 have no direct relation to our research objective.

2.3.2. Meaning 1: A Logistics Perspective on Cloud Computing Systems

The first meaning of “cloud logistics” denotes a *logistics perspective on cloud computing systems* (Jaeger & Lindenlaub 2013; Pohlmann et al. 2013). It is concerned with logistical questions related to the flow of data and services in networked cloud computing systems. Similar to production processes in the real economy, software consumers increasingly ask for shorter software implementation lead times, and software becomes increasingly fragmented across various computing systems. A single software solution likely consists of various component services, each being implemented on a different system. Critical enablers for these developments are service-oriented-computing (SOC) (due to the use of modular services) and cloud computing (due to moving storage and processing power to the network).

2.3.3. Meaning 2: Using a Cloud Computing Technology-based Platform for Logistics IT Systems

The second meaning of “cloud logistics” understands the term as *the use of a cloud computing technology based platform for logistics IT systems*. This platform, hereafter referred to as *cloud-based platform*, enables users to deploy logistics-related applications or to use applications already deployed on that platform. This cloud-based platform can be used to support administrative and/or operative logistics processes or other value creation processes in supply chains. Logistics processes or supply chains are particularly suitable contexts for cloud-based platforms because of the enormous division of labor and the large number of actors involved (Hannig 2012:6; Opresnik 2014:73; Stinnes 2013:37f.; also see Colajanni 2012:10; Zhao & Wu 2013:450). The fundamental reason why a cloud-based platform is considered particularly suitable in these contexts is the platform’s crucial ability to connect all economic actors involved in the same logistics process or supply chain by means of a single IT system (see Urban 2015; Cloud Logistics 2013; Stinnes 2012:8; Schmidt 2013:32). By connecting all economic actors involved in logistics processes or along supply chains, the cloud-based platform becomes the enabler and nexus for new forms of networked interfirm cooperation (Stinnes 2012:8; Heaney 2010; Gantzia & Sklatinioti 2014:49f.).

The functionality offered by the cloud-based platform can be categorized into four generic use cases: (a) the outsourcing of (on premise) logistics or supply chain management (SCM) IT systems to a cloud, which is operated by a specialized third-party provider; (b) collection, integration, sharing, and synchronization of logistics relevant information generated and utilized by actors in logistics processes or along supply chains; (c) management and optimization of collaborative business activities of multiple business partners; and (d) support of value exchanges via a virtual marketplace. These use cases have been empirically derived by the “LOGICAL” research project (see Arnold 2014a:22f.; Arnold 2014b:14; Arnold et al. 2013; Arnold et al. 2012; also see Böhmer 2012; Böhmer 2013).

2.3.4. Meaning 3: E-commerce Fulfillment through a Network of Cooperating Local Dealers and LSPs

The third meaning of the term “cloud logistics” understands cloud logistics as *e-commerce fulfillment through a network of cooperating local dealers and LSPs* (Thomas & Unruh 2010; Thomas 2011). This meaning is related to the second meaning because it relies on a cloud-based platform to support e-commerce fulfillment. However, we introduce a distinct third meaning because, unlike in meaning 2, the platform is not concerned with sharing, managing, or exchanging logistics information and resources, but is primarily concerned with sharing and exchanging finished goods stocked in the warehouses of local dealers.

2.3.5. Meaning 4: Logistics-as-a-Service – Interpreting and Designing Logistics Systems through the Lens of the Cloud Paradigm

The fourth meaning of “cloud logistics” refers to *Logistics-as-a-Service – interpreting and designing logistics systems through the lens of the cloud paradigm*. Understanding this meaning is directly relevant to addressing our research objective. This meaning follows the principal idea that the term “cloud logistics” refers to logistics systems that belong to a family of systems that all share the same conceptual template: the cloud paradigm. The cloud paradigm comprises an abstract interpretation of the design principles and concepts that underlie cloud computing and of the elements part of the NIST cloud computing definition, including essential characteristics, service models, and deployment models (Delfmann & Jaekel 2012:15ff.; also see Leukel & Scheuermann 2014). Those systems that are interpreted and designed according to this paradigm are referred to as “cloud systems” and they provide their respective capabilities in an “as-a-Service” manner. Accordingly, interpreting and designing logistics systems according to the cloud paradigm creates cloud logistics systems (CLSs) that provision logistics capabilities as a service, referred to as “Logistics-as-a-Service (LaaS).”

Although several sources offer definitions of the term “cloud logistics,” a consensual definition is still missing (Wang et al. 2012b:558; Delfmann & Jaekel 2012:17; Pieringer 2012:45). The majority of sources define cloud logistics by focusing on the *process* of how CLSs can be created (by adopting the design principles and concepts underlying cloud computing for logistics system design) rather than on the *outcome* of this process. Consequently, the understanding of CLSs remains vague. Still, some provide insights into the potential outcome of this design process. These outcomes differ significantly and include horizontal LSP cooperation, on-demand delivery, pay-per-use, virtualization of logistics resources, and accessing logistics resources through standardized software interfaces. In spite of differences, definitions nevertheless agree on that “cloud logistics” is “more than cloud computing in logistics systems” (Leukel & Scheuermann 2014:38), thereby differentiating from meaning 2.

Cloud logistics knowledge of the fourth meaning can be structured according to elements of the cloud paradigm (Delfmann & Jaekel 2012: 15ff.; also see Leukel & Scheuermann 2014): (1) design principles and concepts that underlie cloud computing, (2) essential characteristics of cloud logistics' services, (3) cloud logistics deployment models, and (4) cloud logistics service models.

The *underlying design principles and concepts* are the first element of the cloud paradigm. Our review identified three underlying design principles and concepts consensually mentioned: virtualization, service-orientation, and IoT. While virtualization and service-orientation are principles and concepts that underlie cloud computing, IoT is added as a concept for synchronizing the virtual world of computers with the physical world of tangible logistics resources and capabilities.

The *essential characteristics* of cloud logistics capabilities are the second element of the cloud paradigm. Given that cloud logistics adopts virtualization and service-orientation from cloud computing, one may reasonably ask whether cloud logistics capabilities equally feature cloud computing characteristics. In fact, apart from self-service and broad network access, sources suggest that physical cloud logistics capabilities (e.g. transport) are characterized by on-demand availability, resource pooling, rapid elasticity, and pay-per-us – just like cloud computing capabilities. Also, current knowledge seems to associate physical logistics capabilities with the essential cloud characteristics to motivate the emergence of CLSs as a promising approach and response to better cope with an increasingly complex and dynamic logistical environment. However, it is still unclear whether cloud logistics can, in fact, attain these characteristics and whether attaining them represents a viable solution for overcoming logistics challenges.

Deployment models are the third element of the cloud paradigm. They define the institutional composition of cloud systems, and they define the basic nature of interorganizational relationships between involved actors. Cloud logistics knowledge comprises heterogeneous conceptions regarding the deployment models. Several sources derive the deployment model from service-oriented architectures (SOA) by adopting the constituent roles of SOA for cloud logistics: resource providers, consumers, and a service registry operated by a platform provider as well as the triangular role structure and operating logic of SOA. Resource providers and users become interconnected via the platform, which is why the majority of sources conceive of this platform to enable (dynamic) *networked horizontal cooperation* among LSPs, where dynamic means that the composition of cooperating LSPs changes over time.

Service models are the last element of the cloud paradigm. Similar to cloud computing, physical cloud logistics capabilities are suggested to be grouped according to their type. These service models adopt the "as-a-service" terminology and can be subsumed under the hypernym LaaS.

The fourth meaning of cloud logistics provides several research opportunities, which can be structured along the elements of the cloud paradigm. Virtualization and service-orientation represent concepts and design principles underlying cloud computing, which need to be followed in cloud logistics system design. However, current knowledge falls short of actually applying them, thus providing only little insights into the outcome of their application. Physical logistics capabilities are associated with the essential cloud characteristics. However, existing knowledge falls short of explaining how these characteristics can be achieved, and how the aim to achieve these characteristics impacts cloud logistics infrastructure as well as governance structure and organizational structure. Networked horizontal cooperation is identified as the predominant deployment model of cloud logistics. However, little appears to be known about the governance and organizational structure of this type of cooperation. LaaS is identified as hypernym for cloud logistics service models. However, current knowledge does not answer the fundamental question of which physical logistics capabilities can be offered with cloud characteristics. We synthesized these opportunities into our research objective: *designing a logistics system in accordance with the principles and concepts of cloud computing in order to determine if and how logistics systems can deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics.*

2.3.6. Conclusions: Assessing Commonalities and Appropriateness of Term Usage

Given that the term “cloud logistics” is used to refer to four distinct phenomena, we encounter a terminological question about which of these phenomena represent the direct specific meaning of this term. We argue that the term “cloud logistics” should be used to refer to either a logistics perspective on cloud computing systems (meaning 1) or a cloud perspective on logistics systems (meaning 4). This is because both meanings blend the terms such that the most important aspects associated with one term is imposed on the direct specific meaning of the other term.

3. Cloud Logistics Systems: Reference Architecture Design

3.1. Design Objective and Approach

In order to design a logistics system according to the design principles and concepts underlying cloud computing, a reference architecture for “cloud logistics systems” shall be developed, and this reference architecture shall be formally expressed via an architecture description as per the International Standard for Systems and Software Engineering – Architecture description (ISO/IEC/IEEE 42010:2011). The terms (1) reference architecture and (2) architecture descriptions are defined in the following.

The definition of a *reference architecture* can be derived from the definitions of a system and system architecture. A *system* can be defined through a quadruple of composition, structure, mechanisms, and environment (Bunge 1997:416, 414ff.; see also Bunge 1996:270). A *system architecture* represents a conception of a system's composition, structure, and mechanisms in its environment in our minds. Intuitively, a *reference architecture* can be defined as a more abstract or generic architecture: an architecture that does not pertain to single system, but to a system domain (Hassan & Holt 2000:150). Reference architectures ignore system- and context-specific architectural variations and model only the most significant architectural elements and their relationships. Reference architectures are commonly derived from a set of existing architectures by extracting and capturing the commonalities and most significant architectural aspects while disregarding system- and context-specific architectural variations (Cloutier et al. 2010:20f.). They also provide guidance for supporting the development of specific system architectures.

By designing a reference architecture, we specifically aim to synthesize and abstract existing cloud logistics knowledge to derive the elements, their relationships, potential design tradeoffs, and limitations that are common to all CLSs. This approach seems most reasonable to advance the research field, given that knowledge is highly fragmented and spans different academic fields. Hence, by designing a reference architecture, we aim to create an intermediate point of reference for both practitioners and researchers. For the former, it serves as an abstract solution template for implementing a (prototype) CLS. For the latter, it establishes an initial structure of knowledge and system design to guide future research efforts. The reference architecture of CLSs is therefore highly relevant for both scholars and practitioners.

Architecture descriptions express the architecture of a system (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:2); reference architecture descriptions express the architecture of a family of systems. Explicitly expressing architectures particularly aims to document essential system characteristics for potential clients, owners, and operators and to facilitate communication among parties involved in development, deployment, and maintenance of a system (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:8f.).

The reference architecture for "cloud logistics systems" shall be expressed according to the International Standard for Systems and Software Engineering – Architecture description (ISO/IEC/IEEE 42010:2011). This standard establishes an ontological model for formally describing an architecture (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:v). Architecture descriptions need to identify (1) the system's stakeholders, (2) these stakeholders' concerns, (3) architecture views, and (4) architecture viewpoints.

Stakeholders are parties that have an interest in the system under consideration (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:2).

Stakeholder concerns are connected to any influence on the system that originates in the system's environment, including "developmental, technological, business, operational, organizational, political, economic, legal, regulatory, ecological and social influences" (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:2). Concerns can manifest in many different forms: These include what a system does (i.e. functionality) and how the system does it (i.e. system qualities) (Lago et al. 2010:22).

An *architecture view* expresses "the architecture of a system from the perspective of specific system concerns" (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:2). A view describes the proposed solution of a design process. Fundamental choices of design parameters in the cloud logistics reference architecture are documented in formal propositions. Architectures are commonly expressed using multiple views (Hilliard 1999:1). Hence, architecture descriptions typically include multiple views. The use of multiple views aims to manage complexity in system design and documentation through the "*separation of concerns*," which means that different sets of concerns are addressed by different views (Hilliard 1999:1, italics original).

An *architecture viewpoint* (or perspective) establishes "the conventions for the construction, interpretation and use of architecture views to frame specific system concerns" (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:2). Viewpoints and views are closely related and sometimes even used synonymously, although they are distinct from one another: "A viewpoint is a way of looking at systems; a view is the result of applying a viewpoint to a particular system-of-interest" (ISO/IEC/IEEE 42010 2011b:20, italics added; see similar Hilliard 1999:4f.).

The International Standard establishes a suitable basis for designing and expressing the reference architecture of CLSs for three reasons. First, expressing the architecture using a standardized ontological model allows communicating the gist of CLSs unambiguously to a heterogeneous set of scholars and practitioners from different domains. Second, the use of multiple viewpoints/ views allows breaking down the overall design problem into manageable sub-problems. It also allows anchoring CLSs in different academic fields because different viewpoints/ views can adopt different methods from different domains depending on the problem at hand. Finally, the separation between viewpoints and views is particularly suitable because it allows for a clear distinction between the principles and concepts of cloud computing applied to logistics system design (viewpoints) and the results of applying them (views).

The process of creating an architecture description can be structured into three steps: (a) identifying stakeholders and their concerns; (b) selecting and defining viewpoints; and (c) producing one view per viewpoint and recording the rationale for architectural decisions. The remainder of this article follows this sequence.

3.2. Stakeholders and Their Concerns

Following existing cloud logistics knowledge, we include three stakeholder classes in the reference architecture: (a) *LSPs* are firms that control logistics resources and have the capacity to deploy them to achieve logistics-related goals (logistics capabilities) and whose primary business purpose is to use these capabilities to achieve logistics-related goals of another entity against financial remuneration; (b) *logistics consumers* are any entity that requests and remunerates another entity to achieve its logistics-related goals on its behalf; and (c) *logistics IT platform and application provider* (LITPAP) is an IT vendor that uses its IT capabilities to make the cloud computing based platform available and that uses its logistics-related IT capabilities to make available the logistics-related functionality implemented on the platform.

Current cloud logistics knowledge does not provide a clear understanding of concerns held by the three identified stakeholder classes. Hence, concerns included in the reference architecture draw on general logistics and organizational literature. They are structured into three interlinked categories: (a) *logistical concerns* (or requirements) represent any interest related to the achievement of logistical goals, including goals related to the planning, realization, control, and monitoring of logistics activities; (b) *economic concerns* represent any interest related to the achievement of pecuniary goals that are related to the achievement of logistical goals (similar to competitive advantage); and (c) *governance and organizational concerns* represent any interest related to the governance structure that regulates value exchanges between stakeholders and to the organizational structure that determines the division and coordination of labor among stakeholders related to the achievement of logistical goals.

The *five essential cloud characteristics* are also interpreted as concerns and thus become integrated into the process of designing the reference architecture. However, these concerns are not a separate category of concerns, but are related to logistical, economic, and organizational concerns. They further specify these concerns in the context of CLSs; moreover, they establish “minimum requirements” for how and the extent to which certain concerns need to be addressed in the reference architecture. In other words, these characteristics constrain the solution space for designing the reference architecture by specifying certain dimensions to be considered and by establishing constraints on these dimensions’ values.

3.3. Selection and Overview of Viewpoints

Due to the novelty of cloud logistics, no viewpoints have been developed so far. We propose to frame stakeholder concerns using nine viewpoints motivated and based on existing logistics research. The proposed set of viewpoints is depicted in **Figure 1**.

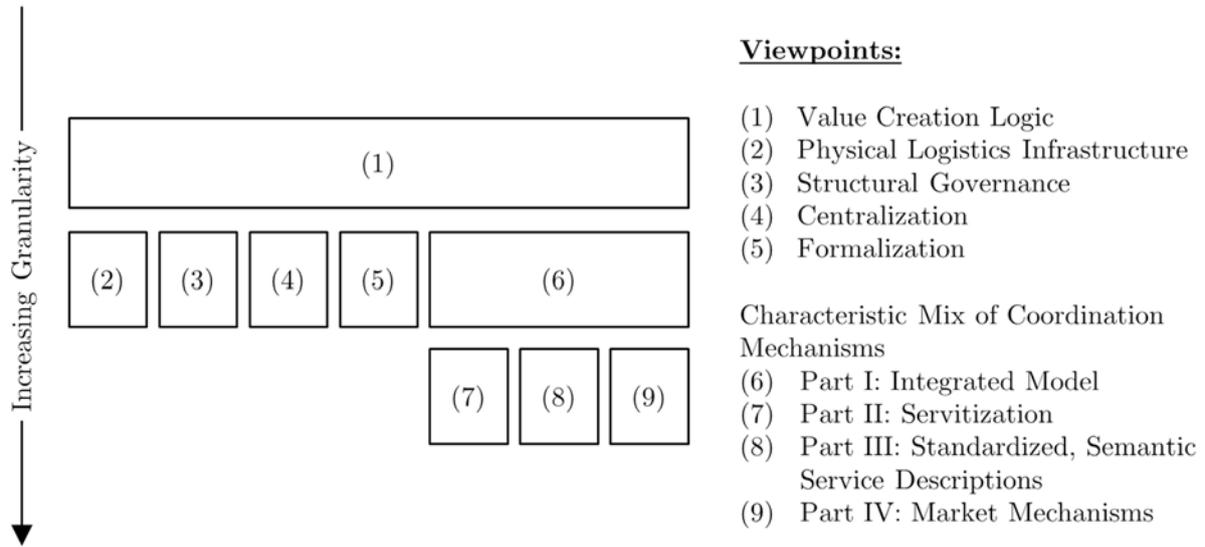


Figure 1: Proposed Viewpoints of the Cloud Logistics Reference Architecture

Each viewpoint takes a different perspective on CLSs, and perspectives differ in the level of granularity at which CLSs are considered. Viewpoint (1) considers CLSs from the most aggregate perspective by focusing on the value creation logic. Viewpoints (2) – (6) consider CLSs on a more granular level, each focusing on a distinct aspect related to the physical logistics infrastructure, structural governance, or organization of CLSs. Viewpoints (7) – (9) consider CLSs on an even more granular level by considering three specific mechanisms that belong to the characteristic mix of coordination mechanisms described in (6). More specifically, viewpoints (7) – (8) are related to adopting the principles of service-orientation for logistics system design. Viewpoint (9) focuses on market mechanisms, which are used to facilitate economic exchanges. Each viewpoint essentially frames logistics, economic, governance, and organizational concerns, either directly or indirectly. This is because these different types of concerns are interlinked. This is also because we model the essential cloud characteristics as concerns, and such “system characteristics” cannot be easily associated with a single system element or framed by a single viewpoint.

The following sections each describe one viewpoint and the associated view.

3.4. Value Creation Logic

The value creation logic can be understood as the total sum of ways in which economic value is created, exchanged through interactions, and thus flowing among stakeholders in order to address their concerns.

The *architectural viewpoint* proposes to adopt a systemism perspective, thus conceptualizing the value creation logic through a set of components, their interrelations, and mechanisms embedded in an environment.

The *architectural view* summarizes the value creation logic via a formal definition which specifies the constituent features of CLSs. "Constituent" means that a "normal" logistics system becomes a "special type" of logistics system – a cloud logistics system – if and only if it exhibits all four features. Features can pertain to system components, to relations between components, or to mechanisms. The

Proposition 1. Cloud logistics systems are a special type of meso-logistics systems that comprise logistics consumers, LSPs, and a LITPAP and that offer Logistics-as-a-Service: Logistics consumers are provided with access to a shared, open pool of service-oriented physical and virtual logistics capabilities that can be made available in an on-demand, rapidly elastic, and pay-per-use manner with minimal provider interaction by means of formalized mechanisms via a universally accessible cloud computing technology based platform.

This definition consists of four constituent features: (1) a triad of stakeholder classes: logistics consumers, LSPs, and a LITPAP, which mirrors the structure of stakeholders in SOA; (2) a cloud-based platform, which connects all stakeholders participating in a CLS and enables them to interact with each other and carry out value exchanges. In other words, the platform represents the "nexus for value creation"; (3) delivery of logistics capabilities with essential cloud characteristics; and (4) computer-formalized mechanisms to govern value creation processes including (a) interactions and value exchanges among stakeholders and (b) the planning, realization, control, and monitoring of logistics capabilities. The definition of cloud logistics systems is visualized through a reference architecture model **Figure 2**.

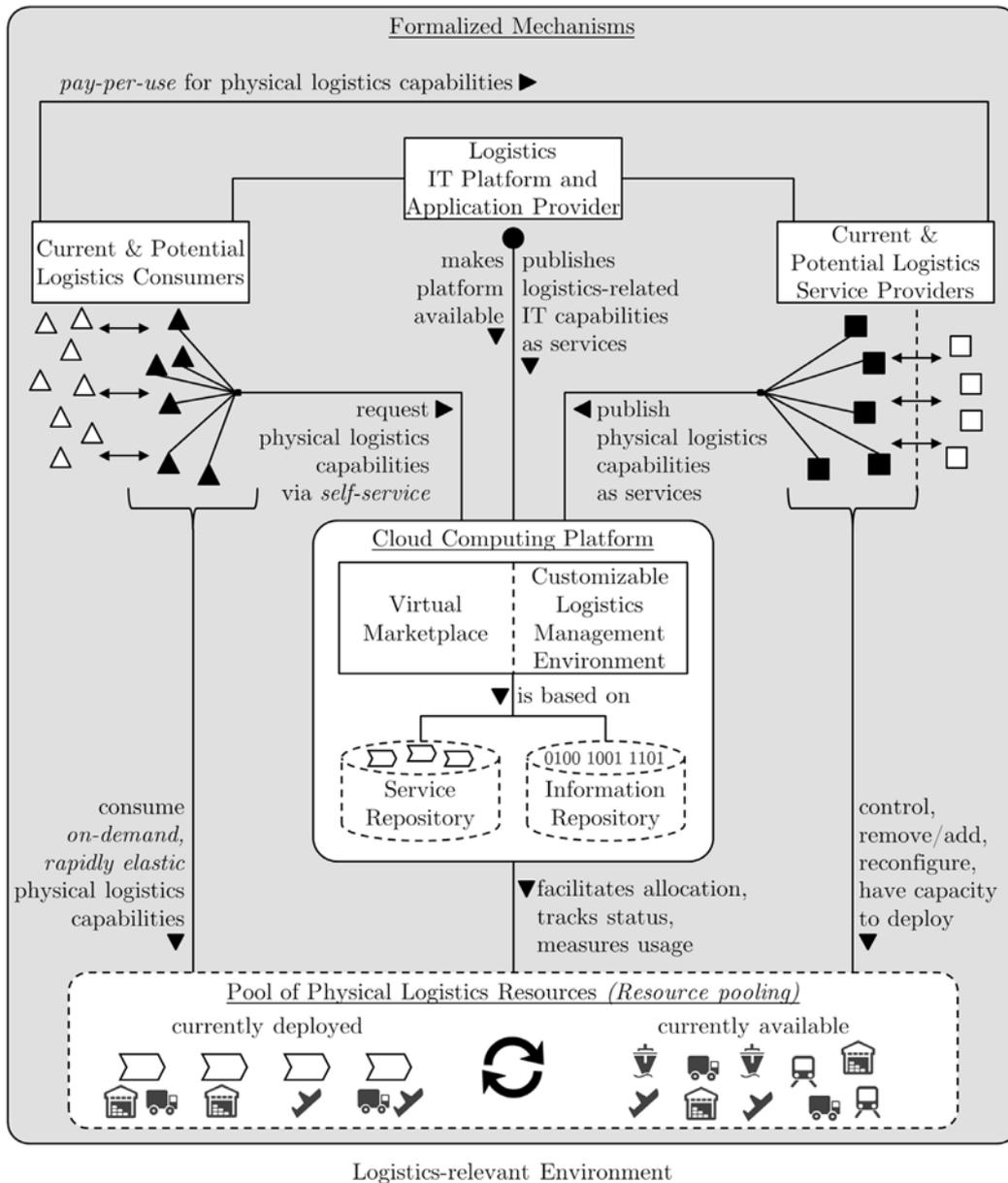


Figure 2: Reference Architecture Model of Cloud Logistics Systems

3.5. Physical Logistics Infrastructure

The physical infrastructure of CLSs includes a shared pool of logistics resources and the capacity of member LSPs to deploy them to address logistical concerns (= logistical capabilities).

The *architectural viewpoint* establishes the conventions for designing the physical logistical infrastructure of CLSs such that physical logistical capabilities can be offered

with cloud characteristics: on-demand availability, rapid elasticity, resource pooling, and pay-per-use.

To deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics, we argue that the production process of physical logistics capabilities needs to include three phases (a) in the *speculative pre-combination phase*, LSPs establish a generic capability potential, where “speculative” means that LSPs create a potential without having received a concrete service request; (b) in the *tailoring phase*, LSPs tailor the generic potential according to received consumer requirements; and (c) in the *delivery phase*, logistics consumers access the tailored potential by handing over the logistics object to be transformed. Creating the capability potential in a two-step approach is critical to achieving on-demand availability and rapid elasticity because the time necessary to tailor an established capability potential is – in many cases – lower than the time required to establish a capability potential “from scratch.”

The scope of physical logistics capabilities that can be offered with cloud characteristics is ultimately constrained by the profit orientation (economic concerns) of logistics consumers and member LSPs in interaction with the speculative pre-combination, the tailoring, and the delivery phase. CLSs can only offer capabilities that are “economically feasible” for logistics consumers and member LSPs. From the perspective of consumers, two factors constrain the feasible set of logistical capabilities: (a) the costs associated with a certain degree of on-demand availability and rapid elasticity; and (b) the requirement for a minimum degree of on-demand availability and rapid elasticity. From LSPs’ perspective, two factors equally constrain the feasible set of logistical capabilities: (a) the willingness to invest speculatively and (b) the likelihood of (re-) deployment.

The construct of asset specificity is instructive to identify and design the economically feasible set of physical logistics capabilities in CLSs. Asset specificity “has reference to the degree to which an asset can be redeployed to alternative uses and by alternative users without sacrifice of productive value” (Williamson 1988:70; Williamson 1991:281). Hence, asset specificity directly relates to capability costs and the likelihood of (re-)deployment. We therefore argue that the lower the degree of asset specificity, the more likely that a logistics capability is offered by a CLS. However, asset specificity does not need to be minimized, but only be “sufficiently low” in order to satisfy the minimum degree of (re-)deployment likelihood necessary to ensure that member LSPs are willing to invest speculatively.

The *architectural view* summarizes the results of assessing the degree of asset specificity of logistics resources and capabilities by proposing five physical infrastructure scenarios (see **Figure 3**), which can be structured along two dimensions: (a) *capability scope*, which refers to the composition of logistics capabilities offered by the cooperative network of member LSPs, and it is measured in a three point scale: narrow (only one capability), selected compositions (few selected capabilities), and broad (any capabili-

ty); and (b) *geographic scope*, which refers to the location(s) at which these capabilities are offered, and it is measured in a three point scale: localized (within a certain confined area), wide, networked (within certain geographic areas and links between them), and wide (any location).

Proposition 9. The physical infrastructure of any cloud logistics system will match one of five logistical prototype scenarios, with each scenario’s capability scope being either narrow or comprising selected compositions and its geographic scope either localized or wide, networked.

These scenarios represent the “service models” of CLSs, similar to service models in cloud computing. The limitations to the capability and geographic scope are a direct consequence of the aim to deliver capabilities with cloud characteristics. In other words, not any logistics capability can be delivered with cloud characteristics.

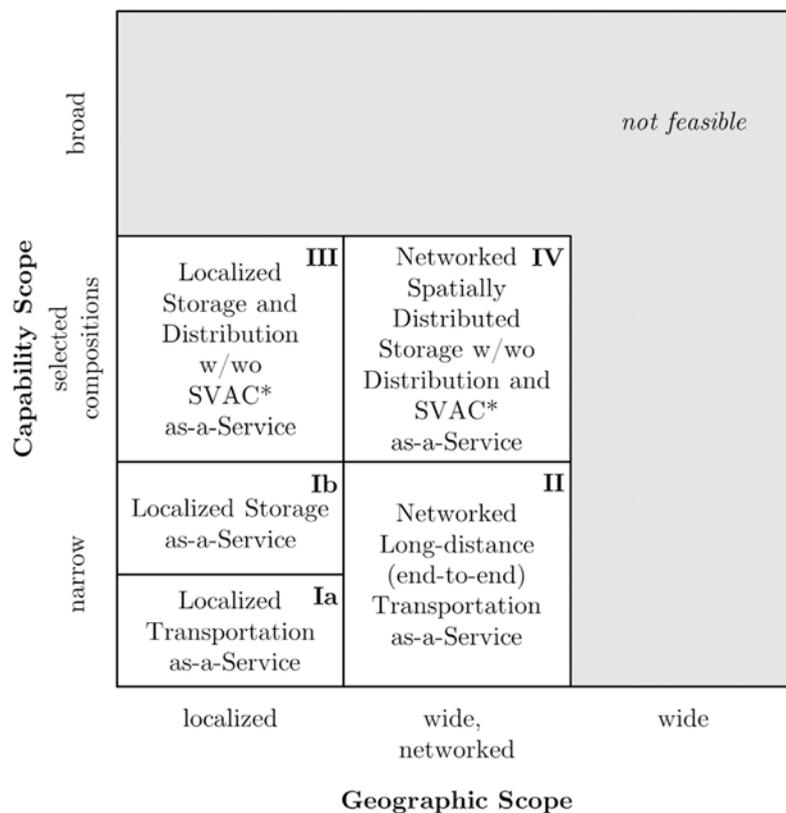


Figure 3: Logistical Prototype Scenarios – Overview

Localized Transportation Capabilities as-a-Service (Scenario Ia) offers a narrow scope of logistics capabilities within a localized geography. The capability scope covers end-to-end road transportation capabilities limited to goods compatible with standardized unit loads or an industry-wide handling standard. The geographic scope is confined to the vicinity of a single area of intense economic activity.

Localized Storage Capabilities as-a-Service (Scenario Ib) offers a narrow scope of logistics capabilities within a localized geography. More specifically, the capability scope includes storage capabilities limited to standardized unit loads or an industry-wide handling standard. The geographic scope of these storage capabilities is limited to the vicinity of a single area of intense economic activity.

Networked Long-distance (end-to-end) Transportation Capabilities as-a-Service (Scenario II) offers a narrow scope of logistics capabilities within a wide, networked geography. More specifically, the capability scope comprises transportation and transshipment capabilities for standardized unit loads or an industry-wide handling standard, thus enabling networked (or multi-leg) transportation. In addition, the capability scope can, but does not need to, include pick-up and last-mile delivery capabilities, thus enabling end-to-end transportation. The geographic scope of transportation capabilities is limited to the interconnection of multiple spatially distributed areas of intense economic activity. Transshipment, pick-up, and last-mile delivery are limited to the vicinity of these areas. The spatial distribution and distances between these interconnected areas are not confined, enabling long-distance (e.g. inter-regional or global) transportation.

Localized Storage and Distribution Capabilities with or without Standardized Value-added Capabilities as-a-Service (Scenario III) offers a composition of selected logistics capabilities in a localized geographic scope. More specifically, the capability scope comprises a composition of storage capabilities integrated with (last-mile) distribution capabilities. These capabilities are limited to goods compatible with standardized unit loads or an industry-wide handling standard. In addition, it can, but does not need to, include standardized value-added capabilities (SVACs), such as picking-and-packing customized selections of goods for (last-mile) delivery. These SVACs thus enable fulfillment of customized client orders. The geographic scope is limited to the vicinity of a single area of intense economic activity. Due to the offering of last-mile distribution capabilities, this scenario is likely located in (dense) urban areas or industrial areas, rather than near locations of sole macro-logistics infrastructure.

Networked Spatially Distributed Storage Capabilities with or without Distribution and Standardized Value-added Capabilities as-a-Service (Scenario IV) offers a composition of selected logistics capabilities within a wide, networked geography. More specifically, the capability scope comprises a composition of transportation, transshipment, and storage capabilities for goods compatible with standardized unit loads or an industry-wide handling standard. In addition, this composition can, but does not need to, include last-mile distribution and SVACs. It thus enables fulfillment of customized client orders. The geographic scope covers multiple areas of intense economic activity and the connections between these areas. Storage, last-mile distribution, and SVACs are limited to the vicinity of these areas; transportation capabilities are limited to the connections between these areas, thus enabling networked storage capabilities. The spatial distribu-

tion and distances between these interconnected areas are not confined, thus enabling networked, spatially distributed capabilities.

The degree of *logistical innovativeness* varies across these scenarios. For Scenarios Ia – III, the degree ranges from low to medium because they represent modifications of existing types of logistics systems. By contrast, Scenario IV exhibits a high degree of innovativeness. To our knowledge, the capability and geographic scope offered by this scenario are not yet offered by any existing logistics system. This scenario creates a new amalgam of capability and geographic scope. More specifically, it integrates the concepts of (international) freight forwarding with last-mile distribution and with public warehouses that offer SVACs. All of these capabilities are provisioned with cloud characteristics and become accessible via a single cloud-based platform, even though they are made available by different LSPs.

Whether these prototype scenarios are of “value” for cloud consumers actually depends on their potential to create sources of *competitive advantage*. Under simplifying assumptions a comparative assessment between cloud consumers and non-cloud consumers shows that the logistical prototype scenarios may in fact offer sources of competitive advantage. Due to on-demand, rapid elasticity, resource pooling, and pay-per-use, cloud consumers can adjust the degree of (vertical and/or horizontal) (de-) centralization of their logistics channels quicker as well as run (vertically and/or horizontally) more decentralized logistics channel(s) than non-cloud consumers. This enables them to respond quicker to emerging client demand, fulfill (customized) client orders with lower lead times, reduce inventory outages in case of demand peak, or postpone logistical investment decisions in case of new product launches.

3.6. Structural Governance

The structural governance is concerned with the institutional framework within which logistics consumers, LSPs, and the LITPAP coordinate value exchanges.

The *architectural viewpoint* establishes the conventions for designing the governance structure primarily by following the logic of transaction cost economics (see e.g. Williamson 1988). Accordingly, the structural governance will be located on the continuum between markets and hierarchies. Relevant contingency factors include asset specificity, transaction frequency, uncertainty, and complexity of product descriptions.

The *architectural view* summarizes the assessment of contingency factors by proposing the following governance structure for CLSs.

Proposition 10: Cloud logistics systems represent a unilateral contract-based alliance consisting of a LITPAP and a network of horizontally cooperating LSPs; value exchanges between logistics consumers and LSPs participating in a cloud logistics system are facilitated through a virtual marketplace via the price mechanism.

Asset specificity is the primary contingency factor to determine the governance structure. The governance structure in CLSs can be structured into two institutional frameworks: one for transactions between logistics consumers and providers (consumer transactions) and one for exchanges among providers (provider transactions). The low degree of asset specificity of cloud logistics capabilities (which we proposed as a prerequisite for achieving cloud characteristics) enables market-based economic exchanges for consumer transactions. The high powered incentives offered by markets also ensure that member LSPs commit a sufficient amount of resources to establishing a generic capability potential in a speculative manner. Despite the cloud logistics capabilities' low degree of asset specificity, establishing a generic capability potential in a speculative manner represents a significant idiosyncratic investment for member LSPs to the alliance. As member LSPs often deliver capabilities collaboratively, provider transactions need to be supported by a hybrid structure, a contract-based alliance.

3.7. Centralization

Centralization is concerned with the distribution of authority between network members over decisions that affect either the whole or parts of the network and, thus, all or a subset of its members.

The *architectural viewpoint* establishes conventions to determine the degree of centralization in CLSs based on the model developed by Provan & Kenis (2008). Accordingly, authority can be distributed in one of three stable forms: shared governance, lead governance, NAO governance (network administrative organization). Relevant contingency factors include network size, network-level goal consensus, need for network-level competencies, and distribution of trust.

The *architectural view* summarizes the assessment of contingency factors by proposing the following distribution of authority to be effective for CLSs.

Proposition 11. Lead LITPAP governance will be an effective distribution of authority for network-level decisions in cloud logistics systems.

Lead LITPAP governance refers to a situation in which the LITPAP has exclusive authority over network-level decisions. In other words, we propose that CLSs cannot be effectively governed by one or more LSPs (in a collective manner) but only by an IT vendor that is capable of establishing, maintaining, and evolving a cloud-based platform with logistics-related applications.

The distribution of trust between network members is the primary contingency factor that determines the authority distribution. The distribution of trust is presumed to be low among member LSPs as they are distant or proximate competitors, and it is presumed to be moderate to high between member LSPs and the LITPAP. Hence, only the LITPAP is able to establish, maintain, and evolve the cloud-based platform and its

applications because of its neutrality. Neutrality is pivotal because all logistics-relevant data and pricing information are exchanged or stored on the platform.

3.8. Formalization

Formalization in interorganizational networks refers the degree to which contingencies and rules and procedures that prescribe network members' behaviors and/or outputs are specified and/or adhered to and the degree to which these rules, procedures, and contingencies are codified in the cooperation contract and/or IT systems used in the cooperation.

The *architectural viewpoint* establishes conventions for determining the degree of formalization for the governance and interorganizational structure of CLSs. Structural formalization depends on contingency factors and managerial choice (Vlaar et al. 2007:437). Relevant contingency factors include network size and scope, type of network goals, behavioral uncertainty, and external environment. To introduce managerial choice, we consider tradeoffs between its functions and dysfunctions, with functions defined as consequences conducive to achieving desired ends, and dysfunctions obstructing the achievement of goals (Vlaar et al. 2007).

The *architectural view* summarizes the assessment of the contingency factors and tradeoff decisions in the following proposition.

Proposition 12. Cloud logistics systems will formalize (a) the relationship between the LITPAP and LSPs that intend to offer logistics capabilities on the virtual marketplace by means of a written "framework" cooperation contract and (b) the characteristic mix of coordination mechanisms in the applications implemented on the cloud-based platform (computer-formalized mechanisms).

As indicated by the term "framework," the written cooperation contract possesses a comparatively low level of formalization by only codifying fundamental duties and obligations of partnering firms. This especially includes the exclusive authority of the LITPAP to make adaptations in the mix of mechanisms implemented on the cloud-based platform. The characteristic mix of coordination mechanisms, by contrast, possesses a comparatively high level of formalization, as mechanisms are implemented with a high level of detail in the applications on the cloud-based platform.

The different degrees of formalization for different elements of the interorganizational structure reconcile the opposing pressures exerted by different contingency factors. Due to the low degree of contractual formalization, only very few disturbances are so significant that they require the LITPAP and member LSPs to bilaterally adapt the fundamental clauses of the cooperation contract, thus making a framework contract effective in dynamic environments. Yet, despite the low degree of contractual formalization, opportunistic behavior can still be deterred sufficiently as highly formalized coordination mechanisms are a substitute to contractual formalization in horizontal

LSP alliances as long as logistics alliances are concerned with the exploitation of tangible resources (Raue & Wieland 2015:414) – a condition clearly satisfied by CLSs. If environmental disturbances require adapting coordination mechanisms, adaptations can be achieved quickly as the LITPAP has exclusive authority over these mechanisms.

Trading off functions and dysfunctions of formalization suggests that the LITPAP aims to formalize the mix of mechanisms in order to deliver physical logistics capabilities with cloud characteristics – form a coordination perspective. Formalization fuels interaction processes and thus reduces the interaction time before service delivery (on-demand, rapid elasticity). Formalization establishes a common language and serves as signaling devices which reduces the need for personal interaction (self-service). Finally, formalization enables the monitoring of progress and the identification of deviation from objectives which are prerequisites for determining the actual amount of capacity consumed (pay-per-use).

3.9. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part I: Integrated Model

Coordination mechanisms enable integrating the efforts of various actors to achieve a common goal. Different types of interfirm networks use different characteristic mixes of coordination mechanisms in order to coordinate their members' efforts toward network-level goals (Grandori & Soda 1995).

The *architectural viewpoint* establishes the conventions for identifying and designing the characteristic mix of CLS coordination mechanisms. To identify the complete set of mechanisms that makes up the characteristic mix, we draw on the "life cycle of web services." This cycle specifies all phases of a web service's existence and thus the fundamental activities and exchanges that stakeholders need to carry out in pursuit of their goals related to an SOA. As CLSs adopt service-orientation as an underlying design principle, we argue that "service-oriented physical cloud logistics capabilities" pass through the same life cycle phases as web services. Hence, CLSs must also include a set of mechanisms to coordinate the fundamental activities and exchanges along this life cycle, just as any other SOA.

Due to the abstract nature of the reference architecture of CLSs, we adopt an aggregate perspective on the web service lifecycle consisting of six phases: (a) *service development*: LSPs express their physical cloud logistics capabilities by means of formal service descriptions (Ludwig 2014:51f.); (b) *publication phase*: LSPs become admitted to CLSs, where they can publish their service descriptions to the service repository; (c) *design phase*: logistics consumers express their logistical concerns by using the service descriptions available in the service repository (Ludwig 2014:52); (d) *negotiation and selection phase*: logistics consumers and LSPs negotiate the conditions and constraints of requested services, especially price; (e) *delivery phase*: LSPs deploy resources to

realize the agreed logistical transformations (Ludwig 2014:52f.); and (f) *unpublication phase*: service descriptions that are no longer in demand or that require refinement are removed from the service repository. In some cases, this may also include removing the associated LSPs from the CLS.

In order to determine what kinds of mechanisms can effectively coordinate activities and exchanges along the life cycle, we use contingency theory. Based on current literature, five contingency factors critically influence the effectiveness of coordination mechanisms: number of actors (size) and their geographic dispersion, task complexity, external environment (complexity and dynamism including hostility), task interdependence, and task modularity.

The *architectural view* summarizes the assessment of the contingency factors of coordination mechanisms along this life cycle in the following proposition:

Proposition 13. Cloud logistics systems will use a characteristic mix of formalized coordination mechanisms implemented on a cloud-based platform and consisting of programmed routines, system-supported skills, system-supported supervision, implicit coordination, price, and service-orientation all structured along the life cycle of cloud logistics services, where service-orientation is an underlying mechanism that supports all life cycle phases.

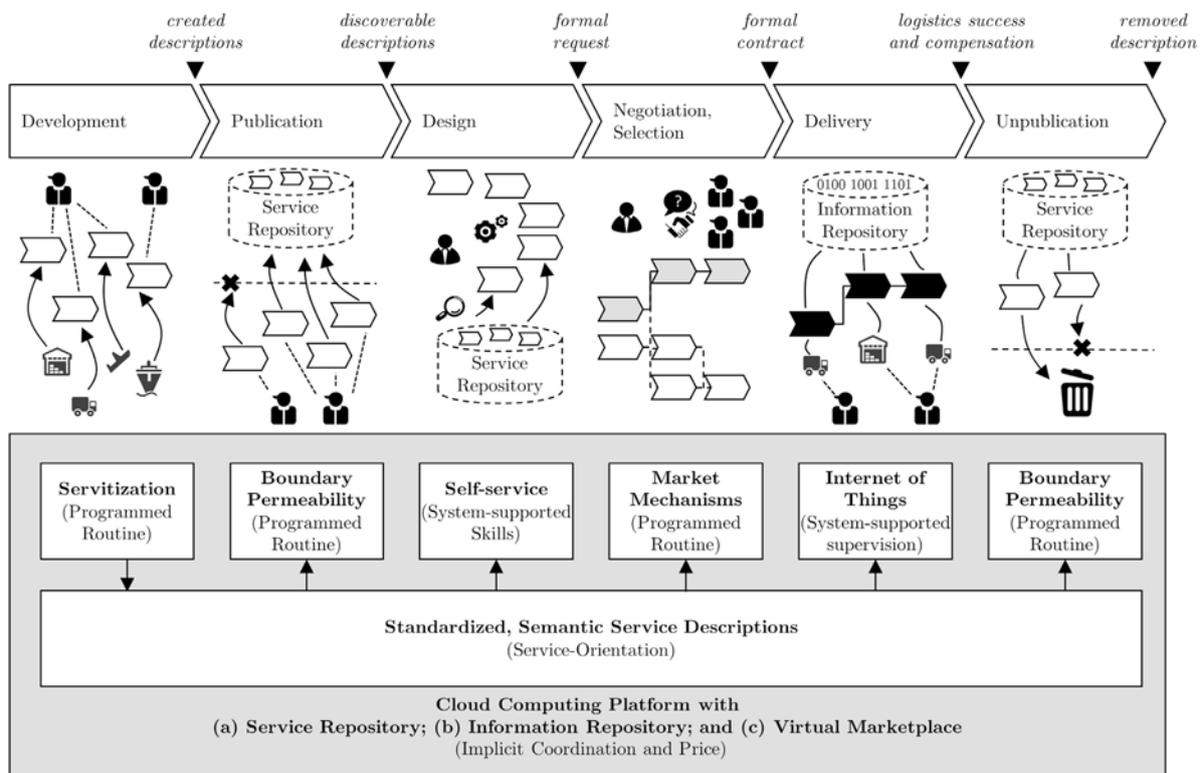


Figure 4: Cloud Logistics – Characteristic Mix of Coordination Mechanisms

Figure 4 depicts the proposed characteristic mix of coordination mechanisms. In the following, we provide a brief description of each mechanism and also highlight which contingency factors critically influence the effectiveness of each mechanism to coordinate the activities and exchanges carried out in the respective life cycle phase.

The *cloud-based platform* is the underlying infrastructure that enables coordination along the entire life cycle of cloud logistics services by creating horizontal communication links among stakeholders and by providing a computing platform on which the characteristic mix of mechanisms can be implemented. Specifically, the cloud-based platform facilitates coordination by hosting (a) a service repository, which is a structured database and contains the service descriptions of all logistics capabilities currently being offered in the CLS and thus achieves coordination through the mechanism implicit coordination; (b) an information repository, which is a structured database and contains all logistics-relevant information necessary for delivering physical logistics capabilities in the CLS and thus achieves coordination through the mechanism implicit coordination; and (c) a virtual marketplace, which represents a virtual forum for stakeholders to interact and trade physical logistics capabilities and thus achieves coordination through the price mechanism. Critical contingency factors for coordination effectiveness include network size, geographic dispersion of stakeholders, and environmental dynamism.

Standardized, semantic service descriptions encode the capabilities, conditions, and constraints of using the respective physical cloud logistics service via well-defined semantics, which means that they are understandable by humans and machine-processable. These descriptions are developed according to the design principles of service-orientation. They are standardized by using a “logistics-domain specific ontology-based description language,” where logistics-domain specific means that the description language’s expressiveness and inference mechanisms are tailored to capture the particularities of the logistics domain, and “ontology-based” means that semantic descriptions are created through semantic markup: The language provides a generic “top-level” ontology to encode capabilities, conditions, and constraints of use. Critical contingency factors for coordination effectiveness include task complexity, task modularity, and the external environment.

Servitization refers to a programmed routine that specifies the exact steps LSPs need to perform to develop formal descriptions of physical cloud logistics capabilities. Conditions that are likely to critically influence the effectiveness of servitization relate to the following contingency factors: task complexity and task interdependence.

Boundary permeability refers to a programmed routine implemented on the cloud-based platform that specifies the exact steps that the LITPAP performs to admit new LSPs to or exclude member LSPs from the networked LSP cooperation within a CLS. The degree of boundary permeability – that is, the degree of openness – is determined by the boundary arrangements between the LITPAP and candidate member LSPs. These arrangements are conceptualized along the dimensions who chooses member, member-

ship criteria, and duration and exclusivity of membership (see Gulati et al. 2012:576). Conditions that are likely to critically influence the effectiveness of boundary permeability relate to the following contingency factors: environmental dynamism, task and environmental complexity, and the degree of centralization interacting with behavioral uncertainty of the LITPAP.

Self-service refers to system-supported skills that let logistics consumers express their logistical concerns in a formal service request using the service descriptions available in the service repository. System-supported skills is a software program that specifically supports logistics consumers in identifying logistics capabilities that match their concerns according to the information accessible in the service description; evaluating these candidate services; comparing alternative candidate services; and, if needed, combining multiple services into more complex solutions via an iterative, dynamic process without the support of provider personnel (self-service).

System-supported skills leverage the use of well-defined semantics in service descriptions to automate the discovery, evaluation, composition of services. Conditions presumed to influence the effectiveness of system-supported skills to coordinate service design are related to the contingency factors of task complexity, and environmental complexity and dynamism.

3.10. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part II: Servitization

Service-orientation is a design paradigm that underlies cloud computing and comprises multiple design principles that collectively shape the design of services.

The *architectural viewpoint* establishes the conventions for adopting service-orientation to the logistics domain, thus creating service-oriented physical cloud logistics capabilities. Specifically, this viewpoint argues that following the design principles of service-orientation, contributes to delivering physical logistics capabilities with cloud characteristics – from a coordination perspective. Following these principles (a) shortens the time span between the emergence of a logistical concern and the satisfaction of this concern in various ways, especially through automating activities along the lifecycle of cloud logistics services (on-demand and rapid elasticity); (b) provides flexibility for LSPs to pool resources across various consumers (resource pooling); (c) enables consumers to unilaterally interpret service descriptions (self-service); and (d) enables consumers to determine actual resource consumption (pay-per-use).

The *architectural view* summarizes the detailed design of the mechanism servitization, which coordinates the creation of formal service descriptions of physical cloud logistics capabilities in accordance with the design principles that underlie cloud computing, in the following proposition:

Proposition 14. Servitization refers to a programmed routine that consists of four steps: (1) identification, (2) resource and capability modeling, (3) encapsulation, and (4) description.

These steps incorporate the IoT and are guided by the design principles of service-orientation as depicted in **Figure 5**.

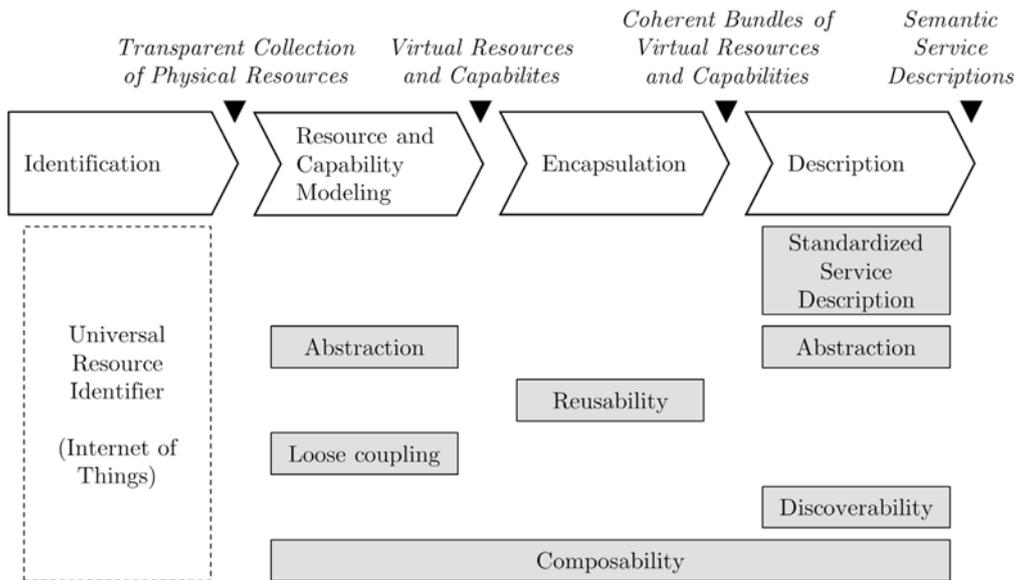


Figure 5: Process Model for Creating Service-oriented Cloud Logistical Capabilities

In the *identification* step, physical logistics resources are associated with at least one identifier (a sequence of characters) that can be resolved unambiguously within the system at any point in time, such identifiers are typically referred to as universal resource identifiers (URIs) (see Laskey et al. 2012:31; Li et al. 2013:1698; Shi et al. 2007:173).

The *resource and capability modeling* step involves isomorphically expressing the functional and nonfunctional features of heterogeneous physical resources and capabilities, usually by means of a resource expression model (Li et al. 2013:1697; synonyms include “virtual specification” Liu et al. 2011b; “virtual description model” Liu & Li 2012; Liu et al. 2014:72; Shi et al. 2007:173).

The *encapsulation* of virtual resources and capabilities step focuses on the question of what kind of functionality, resources, capabilities, and information are packaged into a single service and are thus contained within the service boundary (Erl 2008:235, 43).

The *description* step focuses on the development of service descriptions once the selection is fixed for what virtual logistical resources and capabilities will be encapsulated by a service. Service descriptions are created by expressing a service’s functionality (which derive from the encapsulated virtual resources and capabilities) and its condi-

tions and constraints of use by means of a service description language (Xu 2012:79f.; Li et al. 2013:1698). The choice of the service description language is critical because the properties of service descriptions in terms of automatic discovery, composition, and delivery depend on the language chosen. Standardized, semantic service descriptions of cloud logistics services are created by means of a logistics-domain specific, ontology-based description language. This enables adequately capturing and expressing the particularities of the logistics domain and automating coordination along the life cycle of cloud logistics, thus contributing to achieving on-demand availability, rapid elasticity, and self-service.

3.11. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part III: Standardized, Semantic Service Descriptions

The last step in the servitization mechanism – description – refers to the actual creation of service descriptions.

The *architectural viewpoint* establishes the convention for creating service descriptions of physical cloud logistics capabilities in accordance with the service-orientation design principles of standardized service description, abstraction, discoverability, and composability.

The *architectural view* summarizes the design of the mechanism standardized, semantic service descriptions by proposing a standardized “top-level” ontology for describing any physical cloud logistics capability.

Proposition 15. Physical cloud logistics capabilities will be described by means of a logistics-domain specific, ontology-based description language that uses a standardized “top-level” ontology that consists of five concepts: (1) service functionality, (2) service policies, (3) service metrics, (4) service interface description, and (5) service reachability.

These top-level concepts are adopted from the SOA-RAF service description model, which is a reference architecture model for SOA (Laskey et al. 2012:49f.; MacKenzie et al. 2006:21) and, due to its high level of abstraction, reasonably applicable to the logistics domain. The top-level concepts are enhanced such that they can incorporate the essential cloud characteristics.

Service functionality specifies the real-world (non-)logistical transformations that consumers can expect a cloud logistics service to accomplish subject to set of technical assumptions and constraints.

Service policies prescribe the conditions and constraints of service use. Cloud logistics services descriptions must specify the behavior and performance of cloud logistics services with regard to cloud characteristics: (a) a usage-based pricing policy (pay-per-use), (b) a policy that specifies the lead time for implementing new services (on-de-

mand availability), and (c) a policy that specifies the properties of scaling the capacity of capabilities currently being delivered (rapid elasticity).

Service metrics are the conditions and quantities that can be measured to characterize a service's functions and real-world transformation(s). Cloud logistics service descriptions must include three metrics that determine the cloud characteristics: (a) a metric for measuring actual logistical capacity consumed (pay-per-use); (b) a metric for measuring service lead time for implementing new capabilities (on-demand); and (c) a metric for measuring the speed and precision of scaling the capacity of logistics capabilities currently being provisioned (rapid elasticity).

The *service interface description* contains all information required to interact with a cloud logistics service to achieve the (non-)logistical real-world transformation(s), specified in its service description. The service interface for cloud logistics services consists of a virtual interface and a physical interface to enable an expeditious exchange of logistics-relevant information via the cloud-based platform and of physical logistics objects in the real world with and between cloud logistics services.

Cloud logistics *service reachability* refers to the ability of logistics consumers to locate and interact with cloud logistics services and their providers, either by exchanging messages via the cloud-based platform or the logistics object(s) in the real world.

3.12. Characteristic Mix of Coordination Mechanisms – Part IV: Market Mechanisms

Market mechanisms represent the mode of facilitating economic exchanges on the virtual marketplace on the cloud-based platform.

The *architectural viewpoint* describes the model kinds and establishes the conventions for designing market mechanisms to facilitate such economic exchanges. Specifically, this viewpoint (a) models the exchange and preference environment as a multi-attribute combinatorial auction with sequential interdependencies among items that are allocated among rational and intelligent member LSPs with private information about their valuations and production costs for different bundles of services; (b) assesses the desirability of four economic mechanism properties (interim individual rationality, incentive compatibility, allocative efficiency, and (strong or weak) budget balance) from the perspective of different stakeholders; and (c) assesses the desirability of solution concepts (BIC and DSIC) from the perspective of different stakeholders.

The *architectural view* summarizes the assessment of desirability of economic mechanism properties and solution concepts in the specified exchange and preference environment for the market mechanism to facilitate exchanges on the virtual marketplace in CLSs in the following proposition:

Proposition 16. Given multi-attribute combinatorial exchanges, cloud logistics systems will deploy a mechanism that achieves interim individual rationality and weak budget balance at the expense of incentive compatibility and allocative efficiency.

This proposition may be surprising; after all, it does not propose an existing mechanism type and associated solution concept (e.g. Groves mechanisms), but instead proposes a tradeoff between economic mechanism properties. This is because none of the existing mechanism types possess a set of properties for the exchange and preference environment that is desirable for CLSs. More specifically, none achieves (interim) individual rationality and (weak) budget balance simultaneously. However, both are hard constraints in CLSs given the autonomy to join or leave the CLS and the economic rationality of consumers and LSPs. Likewise, budget balance is a necessary property for an economically rational behaving LITPAP to facilitate market-based exchanges. Otherwise the LITPAP may risk subsidizing any exchange facilitated over the platform. Hence, due to the impossibility results of mechanism design, other desirable economic properties must be sacrificed; in other words, tradeoffs between allocative efficiency and incentive compatibility become inevitable.

4. Conclusions and Outlook

The term “cloud logistics” has emerged recently in academia and practice. This term combines the terms “cloud computing” and “logistics,” and inherits and blends their meanings, which obscures the resulting meaning(s). In this context, this dissertation’s contribution is twofold.

The first contribution is the systematic identification and synthesis of existing (non-) academic cloud logistics knowledge. This review has identified four distinct but related meanings of “cloud logistics.” The identified meanings are distinct, as they refer to different phenomena; they are related, as they share a cloud-based platform as common element.

Based on this systematic knowledge review, this dissertation’s primary contribution is the synthesis of cloud logistics knowledge with existing logistics, organizational, and cloud computing literature in order to design a reference architecture of a CLS, a special type of meso-logistics system that delivers physical logistics capabilities with cloud characteristics. This reference architecture identifies nine design perspectives at different levels of granularity. These perspectives anchor the design of CLSs in the literature by using existing methods, models, and constructs. Moreover, these perspectives collectively provide a comprehensive understanding of how the design principles and concepts of cloud computing can be transferred to logistics system design and what the outcome of this design process “looks like.” The reference architecture thus shows which physical logistics capabilities (service models) can be offered in an

on-demand, rapidly elastic, and pay-per-use manner based on a shared resource pool and can be made available through a universally accessible cloud-based platform in a self-service manner (essential cloud characteristics) and how such systems need to be governed and organized (deployment model). However, the goal of delivering physical logistics capabilities with cloud characteristics significantly limits the scope of capabilities and the geographies within which they can be made available. Still, those capabilities that can be delivered with cloud characteristics reconcile the objectives of logistical efficiency and effectiveness, thus enabling logistics consumers to realize agile logistical responses, which may help them gain competitive advantage in dynamic environments.

Although several existing logistics systems (e.g. cooperative LTL networks, public warehouses, freight forwarding platforms) share some elements with CLSs, the proposed reference architecture can largely be conceived of as a *gedankenexperiment* of an innovative logistics system that, so far, exists in our minds only. Hence, immediate future efforts from scholars should focus on supporting practitioners to implement a prototype system in order to collect evidence that allows the propositions of this reference architecture to be corroborated, refined, and/or refuted, as well as the economic viability of this new logistics concept be assessed. In addition, researchers should further focus on transferring the principles of virtualization and service-oriented design to the logistics domain. Specifically, researchers should focus on developing a suitable ontology-based description language that takes into account the particularities of the logistics domain, enabling coordination through standardized, semantic service descriptions. This research would benefit not only the field of cloud logistics, but also the general field of service-oriented logistics and potentially the field of cloud manufacturing.

In conclusion, this reference architecture has established an intermediate point for reference of both practitioners and scholars. As such, it aspires to be among the first contributions to cloud logistics, rather than the last. Moreover, this architecture hopes to create additional momentum among practitioners and scholars to test and investigate this new logistical phenomenon about which we so far know very little.

Bibliography

- Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2007), Modeling agility of supply chain, *Industrial Marketing Management* 36(4), pp. 443–457.
- Arnold, U. (2014)a, Cloud Logistics – Anwenderperspektive, Anforderungen aus der Logistik und Lösungsansatz des Projekts LOGICAL, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 16–27.
- Arnold, U. (2014)b, Cloud Logistics – ein neues Buzzword oder wie bewertet die Anwenderseite diese Entwicklung?, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 10–15.
- Arnold, U., Oberländer, J., & Schwarzbach, B. (2012), LOGICAL Development of Cloud Computing Platforms and Tools for Logistics Hubs and Communities, in Maria Ganzha, Leszek A. Maciaszek, & Marcin Paprzycki, eds., *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 1083–1090 (Polskie Towarzystwo Informatyczne, Warsaw).
- Arnold, U., Oberländer, J., & Schwarzbach, B. (2013), *Advancements in Cloud Computing for Logistics*, in M. Ganzha, Leszek Maciaszek, & M. Paprzycki, eds., *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 1055–1062 (IEEE).
- Ballardt, A. (2014), *Whitepaper – Eurasian Cloud Logistics*, https://issuu.com/andrejballardt/docs/eurasian_cloud_logistics_whitepaper (Accessed: 12.08.2015).
- Berdica, K. (2002), *An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done*, *Transport Policy* 9(2), pp. 117–127.
- Bhatia, G., Lane, C., & Wain, A. (2013), *Building Resilience in Supply Chains: An Initiative of the Risk Response Network In collaboration with Accenture*, http://www3.weforum.org/docs/WEF_RRN_MO_BuildingResilienceSupplyChains_Report_2013.pdf (Accessed: 20.12.2016).
- Böhmer, M. (2012), *User Group – Cloud Computing für Logistik*, http://www.cloudzone-karlsruhe.de/messe-karlsruhe-cloudzone/2012/media/data/Logistics_Mall_-_User_Group.pdf (Accessed: 12.08.2015).
- Böhmer, M. (2013), Neues vom Marktplatz, in Michael ten Hompel, ed., *Software in der Logistik – Prozesse steuern mit Apps*, pp. 40–42 (Huss-Verlag, München).
- Bunge, M. (1996), *Finding philosophy in social science* (Yale University Press, New Haven, CT).
- Bunge, M. (1997), *Mechanism and Explanation, Philosophy of the Social Sciences* 27(4), pp. 410–465.

- Christopher, M., & Peck, H. (2004), *Building the Resilient Supply Chain*, *The International Journal of Logistics Management* 15(2), pp. 1–14.
- Cloud Logistics. (2013), *Company website*, <http://www.gocloudlogistics.com/> (Accessed: 03.12.2013).
- Cloutier, R., Muller, G., Verma, D., Nilchiani, R., Hole, E., & Bone, M. (2010), *The Concept of Reference Architectures*, *Systems Engineering* 13(1), pp. 14–27.
- CLSCM. (2002), *Supply Chain Vulnerability: Executive Report: On Behalf of: Department of Transport, Local Government and the Regions, Home Office, Department of Trade and Industry*, http://www.som.cranfield.ac.uk/som/dynamic-content/research/lscm/downloads/Vulnerability_report.pdf (Accessed: 22.09.2012).
- Colajanni, M. (2012), *Opportunity of cloud computing for logistics*, http://www.project-logical.eu/download/2012-10-30_Opportunity_of_cloud_computing_for_logistics.pdf (Accessed: 12.08.2015).
- Delfmann, W., & Jaekel, F. (2012), *The Cloud – Logistics for the Future?*, in Werner Delfmann, & Thomas Wimmer, eds., *Coordinated Autonomous Systems, Schriftenreihe Wirtschaft & Logistik*, pp. 5–26 (DVV Media Group, Hamburg).
- Ehrenberg, D., & Ludwig, A. (2014), *Cloud Logistics – Innovationspotenziale durch Virtualisierung von Logistikeinheiten nutzen*, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 6–9.
- Erl, T. (2008), *SOA: Principles of service design* (Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ).
- Gantzia, D., & Sklatinioti, M. E. (2014), *Cloud computing in the 3PL industry: A profound insight into the benefits & challenges of cloud-based services: A two fold approach*, Master Thesis, Jönköping University.
- Grandori, A., & Soda, G. (1995), *Inter-firm Networks: Antecedents, Mechanisms and Forms*, *Organization Studies* 16(2), pp. 183–214.
- Gulati, R., Puranam, P., & Tushman, M. (2012), *Meta-organization design: Rethinking design in interorganizational and community contexts*, *Strategic Management Journal* 33(6), pp. 571–586.
- Hannig, U. (2012), *Survey on the Benefits of Cloud Computing for Logistics*, https://www.axit.de/images/Whitepaper_Download/AXIT_Survey_on_the_Benefits_of_Cloud_Computing_for_Logistics.pdf (Accessed: 10.01.2013).
- Hassan, A. E., & Holt, R. C. (2000), *A reference architecture for Web servers*, in *Proceedings of the 7th Working Conference on Reverse Engineering*, pp. 150–159.

- Heaney, B. (2010), Cloud Logistics: Solution For Networks, <http://blogs.aberdeen.com/supply-chain-management/cloud-logistics-solution-for-enabling-multi-enterprise-cross-channel-logistics-networks/> (Accessed: 04.09.2015).
- Hilliard, R. (1999), *Views and Viewpoints in Software Systems Architecture*, in *First Working IFIP Conference on Software Architecture*.
- ISO/IEC/IEEE 42010. (2011)b, *International Standard for Systems and software engineering – Architecture description: ISO/IEC/IEEE 42010:2011(E) (Revision of ISO/IEC 42010:2007 and IEEE Std 1471-2000)* pp. 1–46.
- Jaeger, P., & Lindenlaub, R. (2013), *Cloud Logistics (United States Patent Application Publication)*, <https://www.google.com/patents/US9378255> (Accessed: 20.11.2015).
- Kersten, W., Singer, C., & Lopez Castellanos, M. A. (2012), *Cloud Logistics as a Risk Management Strategy – An Agent Based Simulation Scenario*, in Werner Delfmann, & Thomas Wimmer, eds., *Coordinated Autonomous Systems, Schriftenreihe Wirtschaft & Logistik*, pp. 256–275 (DVV Media Group, Hamburg).
- Lago, P., Avgeriou, P., & Hilliard, R. (2010), *Software Architecture: Framing Stakeholders' Concerns*, *IEEE Software* 27(6), pp. 20–24.
- Laskey, K., Brown, P., Estefan, J. A., McCabe, F., & Thornton, D., eds. (2012), *Reference Architecture Foundation for Service Oriented Architecture 1.0, OASIS Committee Specification*.
- Lee, H. L. (2004), *The Triple-A Supply Chain*, *Harvard Business Review* 82(10), pp. 102–112.
- Leukel, J., & Scheuermann, A. (2014), *Cloud Logistics ist mehr als Logistiksoftware aus der Cloud*, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 38–45.
- Li, W., Zhong, Y., Wang, X., & Cao, Y. (2013), *Resource virtualization and service selection in cloud logistics*, *Journal of Network and Computer Applications* 36(6), pp. 1696–1704.
- Liu, N., & Li, X. (2012), *A Resource Virtualization Mechanism for Cloud Manufacturing Systems*, in Marten J. van Sinderen, ed., *Enterprise interoperability, volume 122 of Lecture Notes in Business Information Processing*, pp. 46–59 (Springer, Berlin and New York).
- Liu, N., Li, X., & Shen, W. (2014), *Multi-granularity resource virtualization and sharing strategies in cloud manufacturing*, *Journal of Network and Computer Applications* 46, pp. 72–82.
- Liu, N., Li, X., & Wang, Q. (2011)b, *A resource & capability virtualization method for cloud manufacturing systems*, in *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, pp. 1003–1008.

- Ludwig, A. (2014), Engineering und Management kundenindividueller Logistikdienste nach dem Cloud-Prinzip, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 46–55.
- MacKenzie, C. M., Laskey, K., McCabe, F., Brown, P. F., & Metz, R., eds. (2006), *Reference model for service oriented architecture 1.0, OASIS Committee Specification*.
- Norrman, A., & Jansson, U. (2004), Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 34(5), pp. 434–456.
- Opresnik, M. (2014), Cloud Logistics eröffnen Einsparpotenziale, *Controlling & Management Review* 58(3), pp. 73.
- Pieringer, M. (2012), Logistik aus der Wolke, *LOGISTIK HEUTE* 34(7-8), pp. 44–45.
- Pohlmann, M., Jaeger, P., Bose, A., De Vries, R., Lindenlaub, R., Hirtle, M., Kirov, K., & Bussiek, T. (2013), Preassembled, Rapidly Deployable Systems and Components, <https://www.google.com/patents/US20130305244> (Accessed: 20.11.2015).
- Provan, K. G., & Kenis, P. (2008), Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness, *Journal of Public Administration Research and Theory* 18(2), pp. 229–252.
- Raue, J. S., & Wieland, A. (2015), The interplay of different types of governance in horizontal cooperations, *The International Journal of Logistics Management* 26(2), pp. 401–423.
- Schmidt, H. (2013), Volle Flexibilität voraus, in Michael ten Hompel, ed., *Software in der Logistik – Prozesse steuern mit Apps*, pp. 32–35 (Huss-Verlag, München).
- Shi, S. Y., Mo, R., Yang, H.-C., Chang, Z.-Y., & Chen, Z.-F. (2007), An implementation of modelling resource in a manufacturing grid for resource sharing, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 20(2-3), pp. 169–177.
- Stinnes, A. (2012), Ist Cloud Logistics nur Wasserdampf?, *LOGISTIK HEUTE* 34(9), pp. 8.
- Stinnes, A. (2013), Schritt für Schritt in die Wolke, in Michael ten Hompel, ed., *Software in der Logistik – Prozesse steuern mit Apps*, pp. 36–39 (Huss-Verlag, München).
- Tang, C. (2006), Robust strategies for mitigating supply chain disruptions, *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management* 9(1), pp. 33–45.
- Tang, C., & Tomlin, B. (2008), The power of flexibility for mitigating supply chain risks, *International Journal of Production Economics* 116(1), pp. 12–27.

- Teichmann, G. (2014), Cloud-basierte Kollaborationen in der Logistik, *Wirtschaftsinformatik & Management* 6(1), pp. 56–65.
- Thomas, F. (2011), Cloud Logistics: Radikal anders, <https://beschaffung-aktuell.industrie.de/einkauf/radikal-anders/> (Accessed: 18.12.2013).
- Thomas, F., & Unruh, V. (2010), Cloud Logistics – Neue Trends in der Informationstechnologie, <https://www.mm-logistik.vogel.de/management/articles/278012/> (Accessed: 17.12.2013).
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003), Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review, *British Journal of Management* 14(3), pp. 207–222.
- Urban, J. (2015), *The Cloud Technology Opportunity for Logistics Service Providers*, <https://talkinglogistics.com/2015/04/14/the-cloud-technology-opportunity-for-logistics-service-providers/> (Accessed: 12.08.2015).
- Vlaar, P. W. L., van Den Bosch, F. A. J., & Volberda, H. W. (2007), *Towards a Dialectic Perspective on Formalization in Interorganizational Relationships: How Alliance Managers Capitalize on the Duality Inherent in Contracts, Rules and Procedures*, *Organization Studies* 28(4), pp. 437–466.
- Wang, X., Li, W., Zhong, Y., & Zhao, W. (2012)b, *Research on cloud logistics-based one-stop service platform for logistics center*, in *IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp. 558–563.
- Williamson, O. E. (1988), *The Logic of Economic Organization*, *Journal of Law, Economics, & Organization* 4(1), pp. 65–93.
- Williamson, O. E. (1991), *Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives*, *Administrative Science Quarterly* 36(2), pp. 269–296.
- Xu, X. (2012), *From cloud computing to cloud manufacturing*, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 28(1), pp. 75–86.
- Zhao, M., & Wu, J. (2013), *Security and Strategies in Air Logistics Based on Cloud Computing*, in *International Workshop on Cloud Computing and Information Security (CCIS)*, pp. 449–452.

Ein analytisches Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen bei schwankenden Transportbedarfen

1. Hintergrund, Motivation und Problemstellung

2. Stand der Wissenschaft und Forschungsziel

3. Vorgehen und Modellierung

3.1. Modellierungskonzept

3.2. Modellierung der Transportbedarfe

3.3. Modellierung des Routenzugsystems

3.3. Leistungsberechnung und -bewertung

3.4. Evaluation des Modellierungskonzeptes und softwaretechnische Umsetzung

4. Nutzung des Modells zur Unterstützung der Planung von Routenzugsystemen

4.1. Durchgeführte Untersuchungen

4.2. Beispiel

5. Zusammenfassung

6. Literatur

Über die Autorin

Ein analytisches Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen bei schwankenden Transportbedarfen

Dr.-Ing. Eva Klenk, Logistikberatung Eva Klenk

1. Hintergrund, Motivation und Problemstellung

Zahlreiche Unternehmen, allen voran die Automobil-OEMs, ersetzen im Zuge der Umsetzung schlanker Produktionssysteme und unter der Maxime einer staplerfreien Fabrik derzeit konventionelle Transportmittel flächendeckend durch Routenzugsysteme, denn diese versprechen bedarfsgerechte, sichere und wirtschaftliche Transporte auch kleinster Losgrößen. Routenzugsysteme dienen meist zur Überbrückung der „letzten Meile“ im innerbetrieblichen Produktionsversorgungsprozess. Ihre Aufgabe ist es somit, für die Produktion benötigte Materialien von einer Quelle, zum Beispiel einem Lager oder Produktions-Supermarkt, zu verschiedenen Bereitstellorten in der Produktion zu transportieren und diese dort bereitzustellen. Sie müssen die bedarfsgerechte Versorgung der Produktion sicherstellen und erfüllen damit eine logistische Kernaufgabe. Charakteristisch im Unterschied zu anderen Transportsystemen ist dabei, dass Transportumfänge nicht einzeln ausgeliefert, sondern auf gemeinsamen Touren gebündelt werden. Diese Touren finden auf meist im Vorhinein fest definierten Routen statt, auf denen die Bereitstellorte durch die Routenzugfahrer in einer festgelegten Reihenfolge besucht werden. Einheiten der benötigten Materialien werden nur auf Anforderung transportiert, das heißt nur dann, wenn in der Produktion ein Materialbedarf vorliegt und daher ein Materialabruf für einen Bereitstellort ausgelöst wird. Diese Abrufe bestimmen, wann eine Einheit welchen Materials spätestens wo angeliefert werden muss und definieren damit, was das Routenzugsystem leisten können muss [VDI-5586].

Eine Herausforderung besteht nun darin, dass diese Abrufe in Routenzugsystemen typischerweise nicht kontinuierlich anfallen, sondern erheblichen Schwankungen unterliegen. Abbildung 1 verdeutlicht dies anhand der Anzahl an Abrufen im Tagesverlauf in einem in der Automobilindustrie umgesetzten Routenzugsystem. Diese Schwankungen resultieren beispielsweise aus Variationen im Produktionsprogramm sowie aus unterschiedlichen Reichweiten der bereitzustellenden Ladungsträger und lassen sich auch in Systemen mit nivellierter Produktion niemals vollständig vermeiden [Inm-1997].

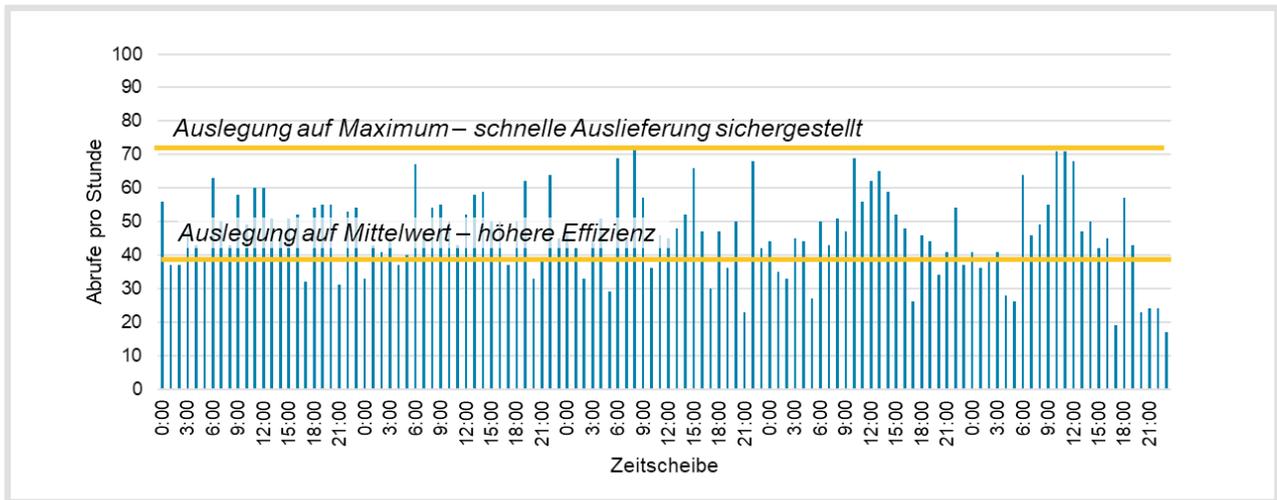


Abbildung 1: Typischer Zeitverlauf der Abrufe am Beispiel eines in der Automobilindustrie umgesetzten Routenzugsystems

Eine Glättung des Abrufstroms oder eine wege- und auslastungsoptimierte Einplanung der Abrufe auf Routenzugtouren im Voraus ist in den meisten Systemen nicht möglich, da die konkreten Abrufe in der Regel erst kurzfristig exakt bekannt sind und abgerufene Materialien dann meist zeitnah benötigt werden. Routenzugsysteme müssen daher bereits so geplant werden, dass sie später in der Lage sind, mit den zu erwartenden Schwankungen im Transportbedarf adäquat umzugehen. Es gilt, die Systeme so zu gestalten und zu dimensionieren, dass alle für die Produktion benötigten Materialien pünktlich bereitgestellt werden können und dass die Systeme dabei möglichst effizient sind. Hierbei muss abgewogen werden: werden mehr Kapazitäten eingeplant, so ist das System eher in der Lage, auch bei Transportbedarfsspitzen alle Abrufe zügig auszuliefern; werden weniger Kapazitäten eingeplant, so kann das System zwar besser ausgelastet werden und ist somit im Durchschnitt effizienter – allerdings kann es dadurch notwendig werden, bei Spitzenbedarfen vorliegende Abrufe zurückzustellen, was zu längeren Durchlaufzeiten führt und wodurch Transporteinheiten gegebenenfalls nicht pünktlich für die Produktion bereitgestellt werden können, gegebenenfalls mit erheblichen Folgekosten aufgrund von Fehlmengen und Produktionsausfällen.

Während der Planung eines Routenzugsystems ist der zukünftige Transportbedarf als Leistungsanforderung an das System jedoch unbekannt und aufgrund nicht vorhandener Daten zu konkreten Materialabrufen inklusive der Schwankungen nur schwer abzubilden. Ebenso ist die Planung von Routenzugsystemen an sich eine komplexe Aufgabe. So muss, um die Anzahl benötigter Routenzüge und Mitarbeiter vor dem Hintergrund der Schwankungen adäquat zu bestimmen, detailliert betrachtet werden, wie diese eingesetzt werden sollen. Dazu bestehen zahlreiche Möglichkeiten. So können mit den auf dem Markt angebotenen Routenzügen verschiedenste Prozesse realisiert werden.

Weiterhin können Transportaufträge nach einer Reihe unterschiedlicher Strategien zu Touren zusammengefasst, diese den Routenzügen zur Auslieferung zugewiesen und die Abfahrtszeitpunkte der Routenzüge bestimmt werden. Die einzelnen Entscheidungen sind dabei nicht unabhängig voneinander zu treffen. Je nach gewählter Logik geht das System später unterschiedlich mit den Transportaufträgen um. Von allen genannten Festlegungen in Kombination wird bestimmt, ob das Routenzugsystem letztlich die geforderte Leistung erbringen kann und wie effizient es dabei ist. Die beschriebene Planungsaufgabe ist somit komplex und mit hohem Aufwand verbunden, insbesondere wenn unterschiedliche Planungsvarianten gebildet und untersucht werden sollen. Unternehmen tendieren daher dazu, nur einzelne, gängige Systemkonfigurationen detailliert zu betrachten und bei der Dimensionierung großzügige Sicherheiten einzuplanen, um stets einen effektiven Systembetrieb zu gewährleisten. Dies kann dazu führen, dass nicht optimale Lösungen realisiert werden [Lie-17].

2. Stand der Wissenschaft und Forschungsziel

In der wissenschaftlichen Literatur sind verschiedene Methoden und Modelle, die die Planung von Routenzugsystemen unterstützen, beschrieben. Diese lassen sich unterteilen in vorwiegend qualitative, wissensbasierte Methoden, die die Gestaltung der Systeme, also die Auswahl von Transportmitteln, Transportprozessen und Transportstrategien fokussieren sowie quantitative Modelle, die zur Dimensionierung der Systeme herangezogen werden können. Letztere Modelle können weiter unterschieden werden in Modelle, in denen die Anzahl benötigter Routenzüge und Routenzugfahrer ohne Betrachtung konkreter Routen und Touren berechnet wird, sowie Modelle in denen explizit Routen beziehungsweise Touren bestimmt werden, in der Regel mit dem Ziel diese mit einer möglichst geringen Anzahl an Fahrzeugen ausführen zu können (vgl. Abbildung 2). Meist wird dabei von konstanten oder zumindest im Vorhinein exakt determinierten Bedarfen ausgegangen. Transportbedarfsschwankungen und deren Auswirkungen werden lediglich in einigen Modellen zur Kapazitätsplanung berücksichtigt. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um anwendungsfallsspezifische Simulationsmodelle, die nur mit hohem Aufwand auf andere Einsatzfälle übertragbar sind und in denen jeweils nur eine spezifische Systemkonfiguration betrachtet wird, wodurch sie keinen Vergleich unterschiedlicher Planungsvarianten gestatten.

Hier setzt die vorliegende Forschungsarbeit an. Ziel der hier vorgestellten Dissertation war es, ein Modell zur Unterstützung der Planung von Routenzugsystemen zu entwickeln, mit dem

- Schwankungen im Transportbedarf in der Planung berücksichtigt werden können,
- unterschiedliche Systemkonfigurationen betrachtet und verglichen werden können,
- die Leistungserfüllung (im Sinne der pünktlichen Bereitstellung benötigter Materialien) und die Effizienz (im Sinne der Anzahl benötigter Mitarbeiter und Routenzüge und deren Auslastung) beurteilt werden können und
- Rückschlüsse auf sinnvolle Anpassungen der Planung gezogen werden können.

Letztlich soll so eine für Einsatzfälle mit Bedarfsschwankungen möglichst gut geeignete Planungsvariante gefunden werden.

Anzahl Modelle	Fokus		Bedarfe	Leistung + Effizienz	Var.vergleich
>10 z. B. [Bru-12] [Gün-13] [Har-03] [Mar-15] [VDI-5586]	Systemgestaltung		-	-	möglich
>10 z. B. [Dro-13] [Gün-16], [Sch-12]	Dimen- sionierung und Bewertung	Kapazität	statisch	nur Effizienz	bedingt möglich
>10 z. B. [Ich-09] [Nom-06]			determi- nistisch	Effizienz bei geg. Leistung	nicht möglich, spezifisch für ein System
>10 z. B. [Boz-13] [Fac-13] [Wie-13]		stochastisch	Leistung und Effizienz		
>20 z.B. [Dew-14] [Emd-12] [Gol-13]		Routen, Touren, Fahrplan	statisch	Effizienz bei geg. Leistung	
			determi- nistisch		

Erfüllung Anforderungen im Hinblick auf Problemstellung:
■ erfüllt ■ bedingt erfüllt ■ nicht erfüllt

Abbildung 2: Einordnung von Modellen zur Unterstützung der Planung von Routenzugsystemen

3. Vorgehen und Modellierung

3.1. Modellierungskonzept

Als Modellierungs- und Berechnungsansatz wurde die zeitdiskrete, bedientheoretische Modellierung ausgewählt. Mit dieser lässt sich allgemein das dynamische Verhalten von Materialflusssystemen beschreiben und es können aus dem dynamischen Verhalten resultierende Größen, zum Beispiel Durchlaufzeiten von Aufträgen durchs System, analytisch und damit exakt und schnell berechnet werden. Dazu werden Eingangsgrößen und Ergebnisgrößen als zeitdiskrete Zufallsvariablen modelliert und deren Verteilungen bestimmt. Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgangsgrößen werden mathematisch beschrieben. Ergebnisgrößen können zeiteffizient und annähernd exakt iterativ berechnet werden. Dadurch können viele Planungsvarianten unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Schwankungen mit geringem Aufwand berechnet und anhand der Ergebnisgrößen miteinander verglichen werden [Fur-2012].

Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen umfasst die in Abbildung 3 dargestellten Modellbestandteile. Ein Teilmodell dient zur Modellierung des Transportbedarfs. Dieser Transportbedarf, genauer gesagt der zu erwartende Strom der Abrufe fürs Routenzugsystem wird mit Hilfe von Verteilungen beschrieben. Die wichtigste Größe ist hierbei die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Abrufen. In einem weiteren Teilmodell wird das geplante Routenzugsystem selbst oder besser gesagt dessen Abläufe und Logik beschrieben. Dazu wurden mehrere, parametrierbare bedientheoretische Modelle für unterschiedliche Konfigurationen von Routenzugsystemen erstellt, in denen die im Routenzugsystem stattfindenden Vorgänge abgebildet sind und mit Hilfe derer alle typischen Varianten von Routenzugsystemen modelliert werden können.

Außerdem werden Eingangsdaten benötigt, damit die Teilmodelle auf einen spezifischen Anwendungsfall angepasst werden können. Zur Bestimmung des Transportbedarfs ist dies beispielsweise das geplante Produktionsprogramm und zur Modellierung des Routenzugsystems die Kapazität der vorgesehenen Transportmittel. Diese Eingangsdaten werden ebenfalls in einem Teilmodell abgebildet.

Zur Berechnung der Leistungs- und Effizienzgrößen wird das bedientheoretische Modell mit den Transportbedarfsverteilungen „belastet“ und es werden resultierende Größen, zum Beispiel Durchlaufzeiten bestimmt, die wiederum mit Hilfe von Verteilungen beschrieben sind. Die entsprechenden Berechnungslogiken sind ebenfalls in einem Teilmodell zusammengefasst.

Aus diesen Größen werden schließlich einfacher zu interpretierende Kennzahlen zur Leistungs- und Effizienzbewertung wie etwa Service- und Auslastungsgrade abgeleitet.

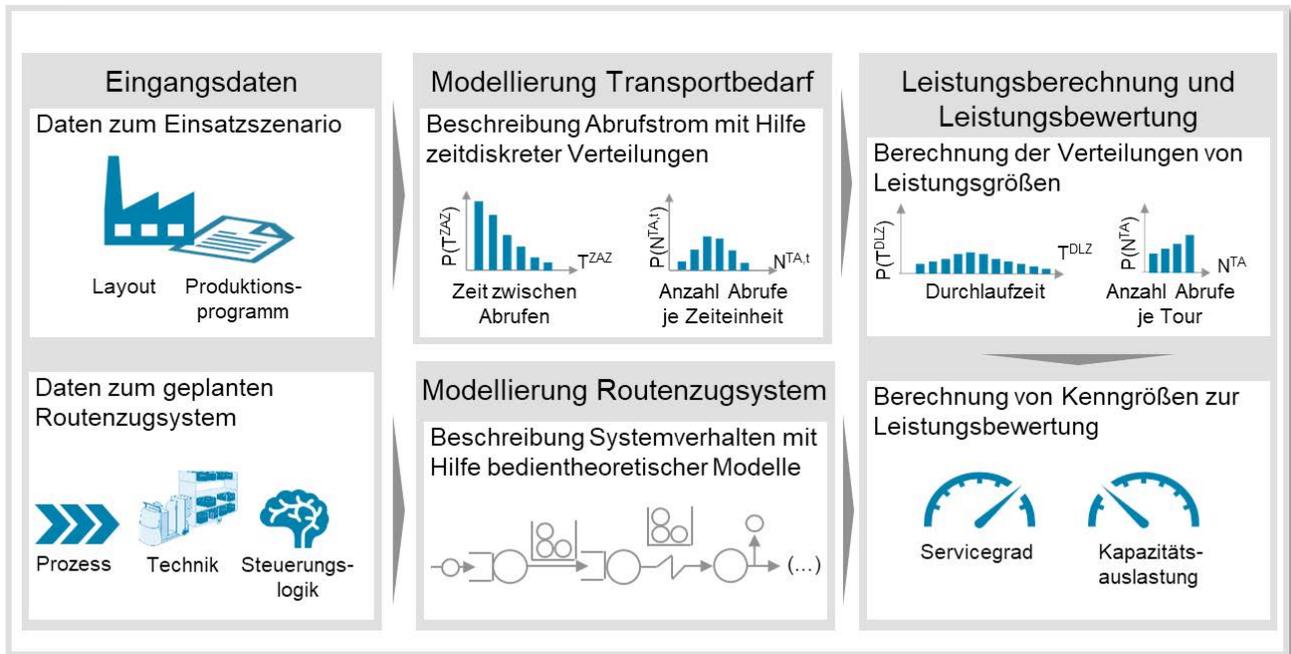


Abbildung 3: Modellierungskonzept und wesentliche Modellbestandteile

3.2. Modellierung der Transportbedarfe

Die Transportbedarfe als Eingangsgröße für die Berechnungen werden aus Daten zu den zu beliefernden Produktionsbereichen und zum geplanten Produktionsprogramm abgeleitet. Dabei werden unter anderem die Zeitspannen zwischen aufeinanderfolgenden Materialabrufen als Zufallsvariablen interpretiert und deren Verteilungen bestimmt. Diese und weitere Größen werden zunächst je Material ermittelt und daraus aggregierte Verteilungen je Route berechnet.

Zur Bestimmung dieser Verteilungen für einen spezifischen Planungsfall müssen zunächst für jedes Material, das über das Routenzugsystem ausgeliefert werden soll, relevante Parameter, beispielsweise die Verbautaktzeit, die Verbaurate, die Ladungsträgerfüllmenge und die maximal zulässige Durchlaufzeit ermittelt werden. Dabei beschreibt die Verbautaktzeit den zeitlichen Abstand, in dem ein Material in der Produktion verbraucht werden kann. Die Verbaurate beschreibt den Anteil der im Produktionsprogramm geplanten Produkte, in die ein Material einfließt. Sie beträgt für ein Gleichteil, das in jedes Produkt einfließt, 100 %, für Variantenteile, die nur für einen Teil der Produkte benötigt werden, sind sie entsprechend geringer. Die maximal zulässige Durchlaufzeit wird später benötigt, um abzugleichen, ob die im Modell berechneten Durchlaufzeiten je Material darunter liegen und damit eine pünktliche Bereitstellung gewährleistet ist.

Um mit Hilfe der genannten Parameter für ein Material die Zeitspannen zwischen aufeinanderfolgenden Abrufen zu modellieren stellt sich die Frage, wie lange es dauert, bis

ein voller Ladungsträger eines Materials vollständig verbraucht ist und damit ein Abruf ausgelöst wird und mit welcher Wahrscheinlichkeit die einzelnen Fälle eintreten. Dazu kann die Verbraurate als Wahrscheinlichkeit interpretiert werden, dass in einem möglichen Verbautakt auch tatsächlich ein Verbrauch des Materials stattfindet. Die aus dieser Überlegung resultierenden Verteilungen werden im Modell auf Basis der Eingangsdaten analytisch berechnet und können beispielsweise wie in Abbildung 4 für ein Gleichteil und ein Variantenteil jeweils mit einer Ladungsträger-Füllmenge von vier Stück dargestellt aussehen.

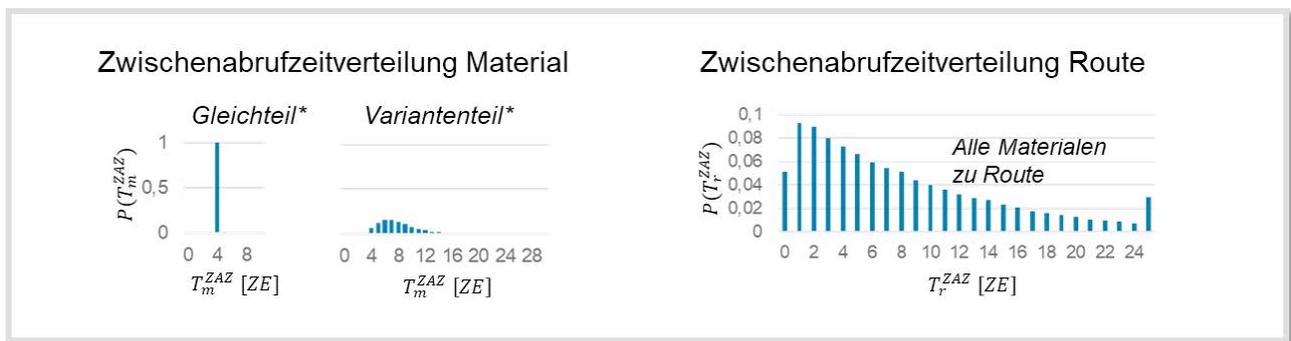


Abbildung 4: Beispielhafte Zwischenabrufzeitverteilungen für einzelne Materialien und für eine Route

Aus den Verteilungen für die einzelnen Materialien können im nächsten Schritt die Zwischenabrufzeiten für eine Route und fürs gesamte Routenzugsystem abgeleitet werden. Hierbei stellt sich die Frage, wie lange es ausgehend von einem beliebigen Abruf dauert, bis der nächste Abruf eines beliebigen Materials eintrifft und wie wahrscheinlich die möglichen Fälle sind. Das Ergebnis dieser Überlegungen ist wiederum eine analytisch berechenbare Verteilung, die beispielsweise wie in Abbildung 4 rechts dargestellt aussehen kann.

3.3. Modellierung des Routenzugsystems

3.3.1. Betrachtete Systemtypen

Um die bedientheoretischen Modelle zur Abbildung des Routenzugsystems zu erstellen, wurde zunächst untersucht, wie sich Routenzugsysteme im Hinblick auf die Abläufe und die Logik insbesondere zur Tourenbildung unterscheiden können. Dazu wurden in Prozessbeobachtungen in der Industrie umgesetzte Routenzugsysteme detailliert analysiert, Interviews mit Systemplanern und Betreibern geführt und im Rahmen einer groß angelegten fragebogenbasierten Untersuchung typische Systemkonfigurationen erfasst (vgl. auch [Lie-17]).

Im einfachsten Fall werden in den Systemen alle physischen Prozesse von einer Person, nämlich dem Routenzugfahrer, durchgeführt. In diesem Fall werden Abrufe aus der Produktion in einem Auftragspuffer zunächst gesammelt und für den Fahrer zu Touren zusammengefasst. In den meisten Systemen werden hingegen auszuliefernde Einheiten von einer zweiten Person oder einem automatisierten System zunächst vorbereitet, zum Beispiel Routenzüge beladen, und für den Routenzugfahrer in einem Puffer bereitgestellt; der Fahrer führt dann nur noch die eigentliche Auslieferung durch. Bei diesen zweistufigen Systemen lassen sich wieder zwei Ausprägungen unterscheiden, und zwar dahingehend, an welcher Stelle im Prozess die Tourenbildung stattfindet. In Systemen vom Typ „Zweistufig-Gekoppelt“ ist dies ganz zu Beginn des Prozesses der Fall, dem Fahrer werden alle Ladungsträger für eine Tour gebündelt vorbereitet. Beim Systemtyp „Zweistufig-Entkoppelt“ hingegen werden Ladungsträger, wenn ein Abruf vorliegt, zunächst tourneutral in einen Zwischenpuffer gestellt und dort zu Touren zusammengefasst.

Fürs Systemverhalten entscheidend ist neben dieser Prozessstruktur auch, wann und nach welcher Logik Touren gebildet werden. Dabei lassen sich wiederum drei wesentliche Prinzipien unterscheiden. Häufig wird ein fester Takt vorgegeben, in dem alle dann im Auftragspuffer befindlichen Abrufe zu einer Tour zusammengefasst werden, sofern dafür ausreichend Kapazität auf einem Routenzug zur Auslieferung vorhanden ist. Alternativ kann eine Tour gebildet werden, sobald eine bestimmte Anzahl an Abrufen vorhanden ist und damit eine bestimmte Mindest-Auslastung erreicht wird. Hierbei kann zusätzlich eine maximale Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Touren vorgegeben werden, um zu vermeiden, dass in Zeiten geringen Bedarfs Aufträge allzu lange im Puffer liegen. Als dritte Möglichkeit kann eine Tour gebildet werden, sobald ein Routenzug zur Auslieferung verfügbar ist.

Aus der Kombination der Prozessstrukturen und Logiken zur Tourenbildung ergeben sich die in Abbildung 5 dargestellten sieben Systemtypen, für die in der vorliegenden Arbeit jeweils ein bedientheoretisches Modell erstellt wurde. Weitere Eigenschaften der Routenzugsysteme, die sich nicht in der Logik widerspiegeln, etwa hinsichtlich der Handhabungsprozesse und Prozesszeiten oder der eingesetzten Transportmittel mit ihrer jeweiligen Transportkapazität, wurden darin in Form von Parametern abgebildet. Für diese Parameter wurden außerdem Referenzwerte beschrieben, so dass die Modellerstellung für ein bestimmtes Routenzugsystem schnell und einfach erfolgen kann.

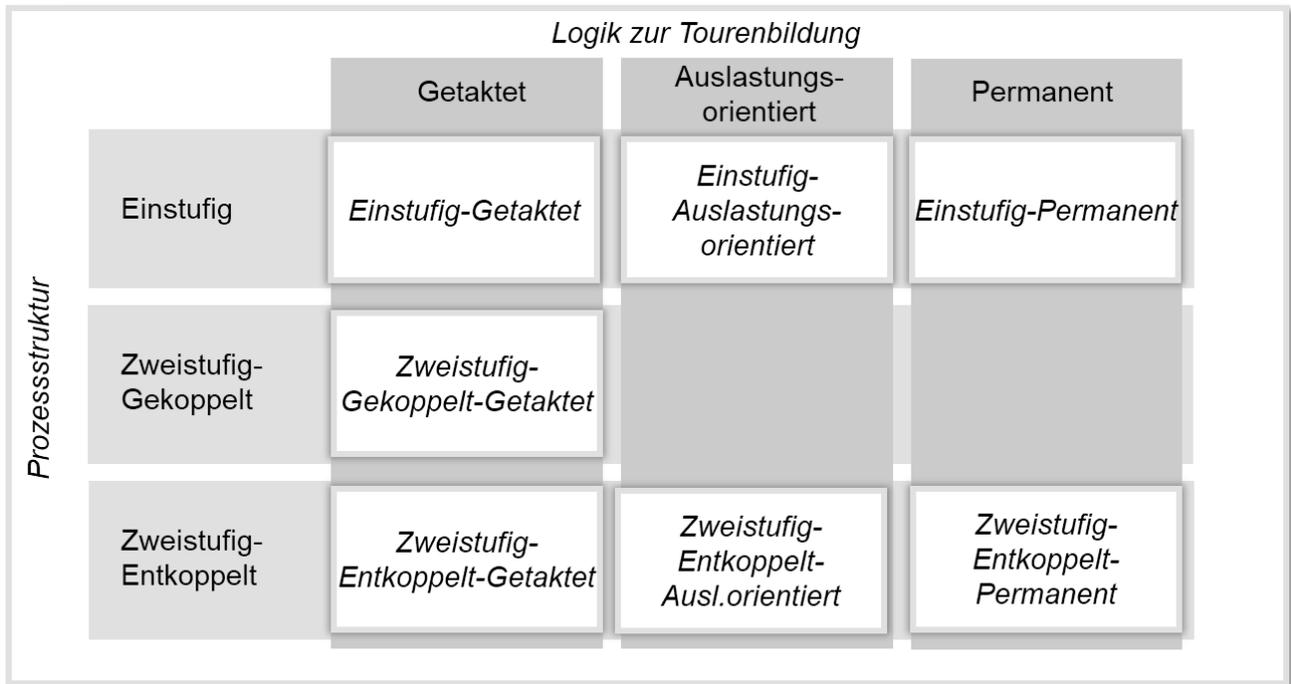


Abbildung 5: Betrachtete Typen von Routenzugsystemen

3.3.2. Überführung in bedientheoretische Modelle

In den bedientheoretischen Modellen wurden die einzelnen Prozesse im Routenzugsystem als Bedienstationen abgebildet, die Puffer als Warteräume und die Entscheidungslogiken etwa zur Tourenbildung in den Bedienstrategien der Bedienstationen (vgl. Abbildung 6).

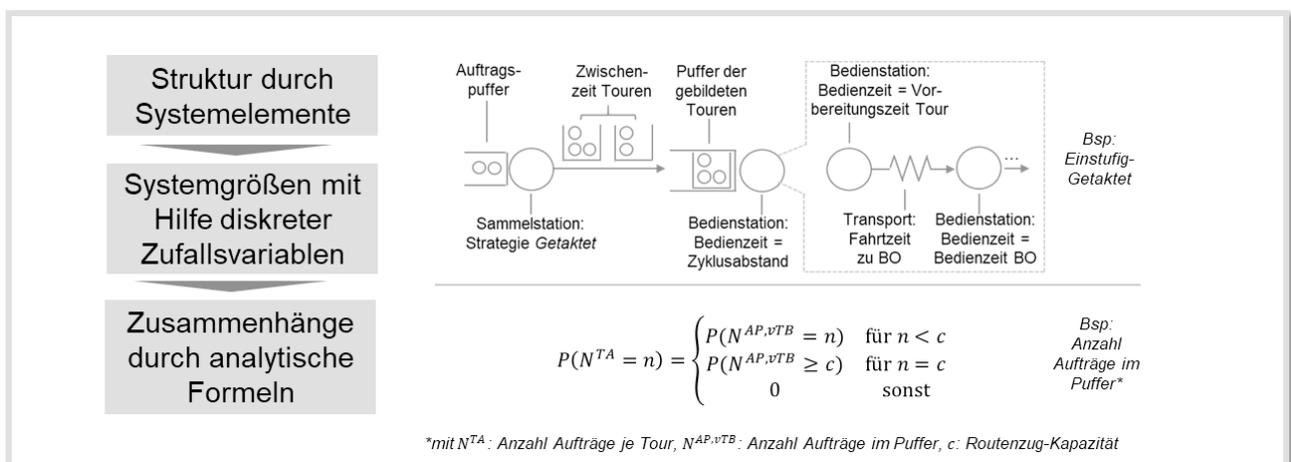


Abbildung 6: Ableitung der bedientheoretischen Modelle

Größen zur Beschreibung des Verhaltens je Modellelement werden mit Hilfe von Zufallsvariablen und deren Verteilungen beschrieben. Für einen Puffer ist dies beispielsweise die Anzahl dort wartender Abrufe und die Wartezeit. Zusammenhänge zwischen den einzelnen Größen wurden mittels analytischer Formeln beschrieben. Für die entsprechenden Formeln sei auf die vollständige Arbeit (vgl. [Kle-17]) verwiesen.

3.3. Leistungsberechnung und -bewertung

Zur Leistungsberechnung werden dann die Verteilungen für die Systemgrößen zunächst initialisiert. So kann zum Beispiel vorgegeben werden, dass alle Puffer zu Beginn der Betrachtung leer sein sollen. Es wird dann davon ausgegangen, dass Abrufe ins Modell mit der zuvor hergeleiteten Zwischenabrufzeitverteilung eingehen und durch die Bedienstationen fließen. Die Verteilungen je Systemgröße werden entsprechend der Anzahl der jeweils anstehenden Abrufe aktualisiert. Dies wird solange wiederholt, bis sich je Systemgröße die Verteilungen für aufeinanderfolgende Iterationen nur noch minimal unterscheiden. Die Verteilungen der letzten Iteration werden dann als Verteilungen im eingeschwungenen Systemzustand interpretiert (vgl. Abbildung 7).

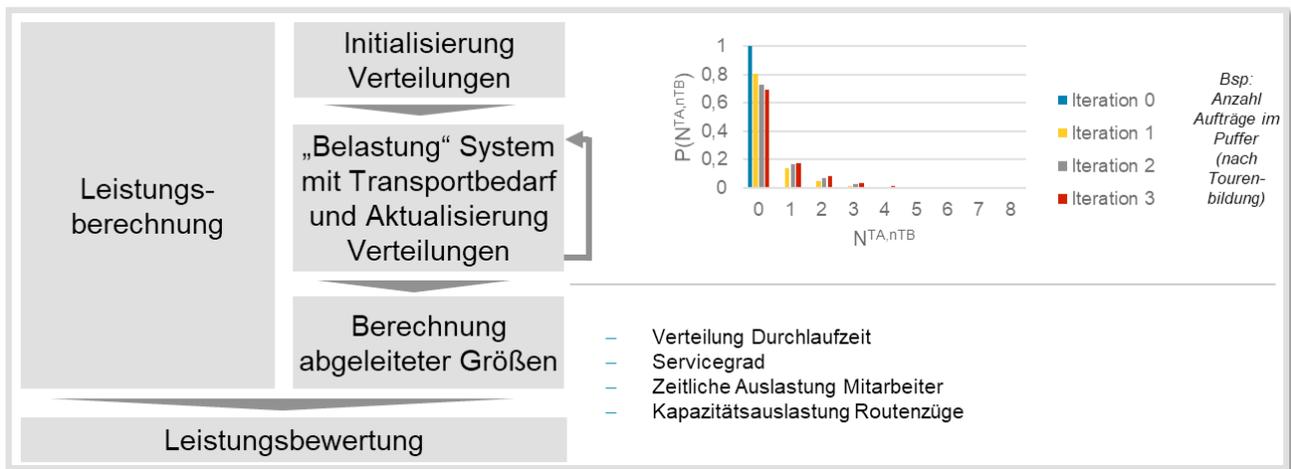


Abbildung 7: Leistungsberechnung und -bewertung

Aus diesen Ergebnisverteilungen werden dann im letzten Schritt Größen zur Systembewertung abgeleitet, zum Beispiel Durchlaufzeiten durchs Gesamtsystem oder Servicegrade je Bereitstellort, die durch Abgleich der berechneten Durchlaufzeiten mit den vorgegebenen maximal zulässigen Durchlaufzeiten berechnet werden.

3.4. Evaluation des Modellierungskonzeptes und softwaretechnische Umsetzung

Zur Evaluierung des Modellierungsansatzes wurden Berechnungsergebnisse mit den experimentellen Ergebnissen auf gleichen Eingangsdaten basierender Simulationsmodelle verglichen. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass trotz bei der analytischen Berechnung getroffenen Vereinfachungen nur geringe Abweichungen zwischen den Ergebnissen vorliegen. Die Modellgüte kann damit als dem Zweck entsprechend und die Modellentwicklung als gelungen eingestuft werden.

Alle Modellbestandteile (Berechnung der Transportbedarfe, Modellierung Routenzugsystem, Referenzwerte, Leistungsberechnung) wurden schließlich in einer Berechnungssoftware umgesetzt und so für Planer nutzbar gemacht.

4. Nutzung des Modells zur Unterstützung der Planung von Routenzugsystemen

4.1. Durchgeführte Untersuchungen

Abschließend wurde das Modell genutzt, um typische Fragen zur Planung von Routenzugsystemen zu adressieren. Es wurden jeweils unterschiedliche Planungsvarianten von Routenzugsystemen gebildet, im Modell beziehungsweise in der Software abgebildet und resultierende Leistungsgrößen berechnet und interpretiert. Konkret wurden nachfolgende Planungsfragen aufgegriffen:

- Vergleich unterschiedlicher Systemkonfigurationen und Dimensionierungsvarianten
- Untersuchung des Einflusses der Schwankungen im Transportbedarf und der geplanten Auslastung
- Untersuchung des Einflusses der Routen-Festlegung
- Untersuchung des Einflusses der Prozessgestaltung

Als eine wesentliche Erkenntnis aus den Untersuchungen kann festgehalten werden, dass sich Variationen im Transportbedarf vor allem auf die Durchlaufzeiten der Transportaufträge und deren Streuung auswirken, nicht jedoch auf die durchschnittliche Auslastung der Routenzugkapazität oder der Mitarbeiter. Eine Leistungsbewertung unter Berücksichtigung der Transportbedarfsschwankungen ist daher wichtig und sinnvoll, um einzuschätzen, ob durch ein geplantes Routenzugsystem die anforderungsgerechte Versorgung aller Produktionsbereiche sichergestellt werden kann. Vor allem über die Wahl der Strategien kann Einfluss auf die Systemleistung genommen werden. Wesentlich dabei ist eine geeignete Festlegung der Strategieparameter wie zum Beispiel der Routen-

taktzeit. Außerdem zeigte sich, dass ein Betrieb von Routenzugsystemen mit annähernd voller Auslastung grundsätzlich nicht sinnvoll ist. Je nach gewähltem Steuerungsprinzip können bei einer Auslegung der Systeme auf eine mittlere Auslastung von 80% bis 90% gerade noch vorhersehbare und stabile Durchlaufzeiten gewährleistet werden.

4.2. Beispiel

Nachfolgend werden an einem Beispiel der Nutzen des Modells sowie typische Modellergebnisse vorgestellt und diskutiert. Das untersuchte Szenario mit wesentlichen Eigenschaften des geplanten Routenzugsystems zeigt Abbildung 8.

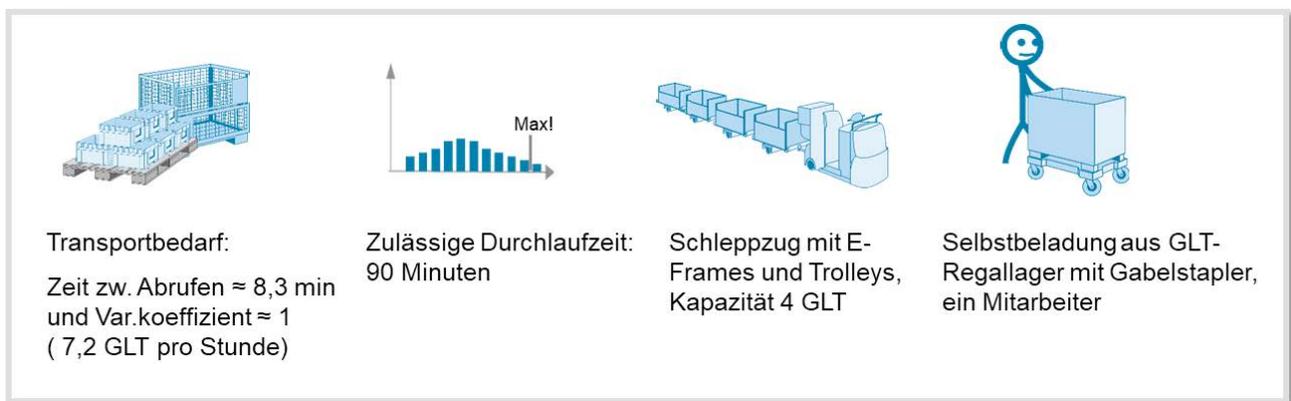


Abbildung 8: Untersuchungsszenario

Für verschiedene Planungsvarianten von Routenzugsystemen, in denen Touren nach den Prinzipien „Getaktet“, „Auslastungsorientiert“ und „Permanent“ mit jeweils unterschiedlichen Parametern gebildet werden, wurden mit Hilfe des Modells wie zuvor beschrieben die Leistungs- und Effizienzgrößen berechnet. Einen Auszug wesentlicher Ergebnisgrößen zeigt Abbildung 9. In dieser sind oben die je Planungsvariante berechneten Durchlaufzeitverteilungen mit den minimal und maximal eintretenden Werten und dem Wertebereich, in dem ein Großteil der Durchlaufzeiten liegt, als Boxplot dargestellt. Darunter dargestellt sind je Variante die zeitliche Auslastung der Mitarbeiter und die Auslastung der Routenzugkapazität.

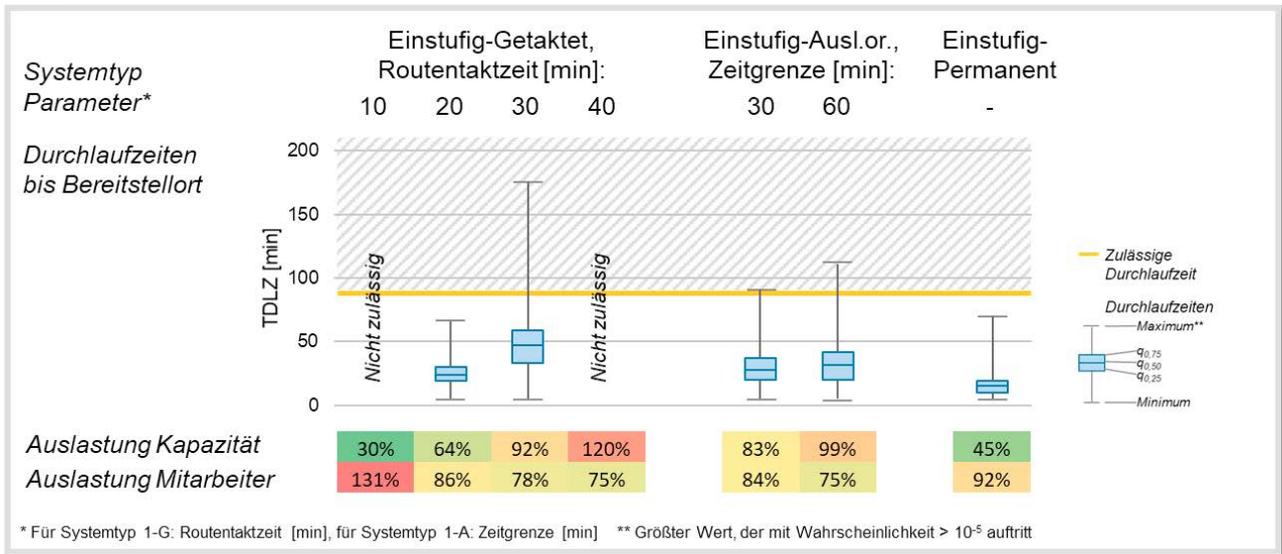


Abbildung 9: Wesentliche Ergebnisgrößen des Modells am Beispiel

Es lässt sich zunächst feststellen, dass sich die Ergebnisse trotz gleicher eingeplanter Mitarbeiteranzahl (ein Mitarbeiter) und gleichen physischen Prozessen zwischen den Varianten stark unterscheiden. Über die Wahl der Parameter lassen sich dabei die Ergebnisgrößen steuern. So resultieren für die getakteten Systeme bei längeren Routentaktzeiten, das heißt bei Touren in größerem Abstand, längere Durchlaufzeiten; diese nehmen jedoch nicht linear sondern deutlich stärker zu, da es bei längeren Routentaktzeiten und Schwankungen in den Abrufen häufiger vorkommt, dass der Transportbedarf größer ist als die Routenzugkapazität und deshalb Abrufe im Puffer zurückgelassen werden müssen.

Für Systeme mit Steuerungsprinzip „Auslastungsorientiert“ lassen sich die Durchlaufzeiten über die Vorgabe einer Zeitgrenze begrenzen. Dies ist insbesondere in Systemen mit eher geringem Transportbedarf wie in diesem Beispiel sinnvoll, führt aber auch dazu, dass nicht alle Touren mit der geforderten Mindestauslastung stattfinden.

Die kürzesten maximalen und auch durchschnittlichen Durchlaufzeiten resultieren für die Variante mit Prinzip „Permanent“. Das liegt daran, dass hier der Routenzugfahrer sofort nach Beendigung einer Tour die nächste Tour startet und dabei meist Touren mit nur einem oder zwei Abrufen beziehungsweise Transporteinheiten durchführt. Damit ist er die meiste Zeit zwar „beschäftigt“, was sich in einer hohen zeitlichen Auslastung widerspiegelt, fährt aber auch häufig einen beinahe leeren Zug.

Im Hinblick auf die Leistungserbringung einzig zu empfehlen sind die Varianten mit Routentaktzeit von 20 Minuten sowie die Variante mit Prinzip „Permanent“, da hier alle Durchlaufzeiten unterhalb der maximal zulässigen Durchlaufzeit liegen und damit alle Abrufe pünktlich bereitgestellt werden können. Im getakteten System besteht zusätzlich der Vorteil, dass Touren regelmäßiger stattfinden und daher Bereitstellzeitpunkte

aus Sicht der Produktion eventuell besser vorhersehbar sind. Außerdem besteht hier sowohl hinsichtlich der Durchlaufzeiten als auch der Mitarbeiter- und Kapazitätsauslastung noch Spielraum nach oben, so dass Potenzial zur Effizienzsteigerung, zum Beispiel durch Integration weiterer Bereitstellorte mit zusätzlichem Transportbedarf auf der Route besteht.

Um zu prüfen, wie sich die Systeme verhalten, wenn der Transportbedarf auf der Route verändert wird, wurden außerdem Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Dazu wurde für das ansonsten gleiche Untersuchungsszenario der Bedarf zwischen drei und neun GLT pro Stunde variiert. In Abbildung 10 dargestellt ist als eine Ergebnisgröße die erwartete mittlere Durchlaufzeit je Variante in Abhängigkeit des Transportbedarfs. Es zeigt sich – wenig überraschend – für alle Varianten ein Anstieg der mittleren Durchlaufzeit bei höherem Transportbedarf, was zum einen an längeren Zeiten für die Auslieferung aufgrund von mehr Aufträgen je Tour, zum zweiten an einem Anstieg der Wartezeiten der Aufträge im Puffer aufgrund von Kapazitätsengpässen bei Bedarfsspitzen liegt.

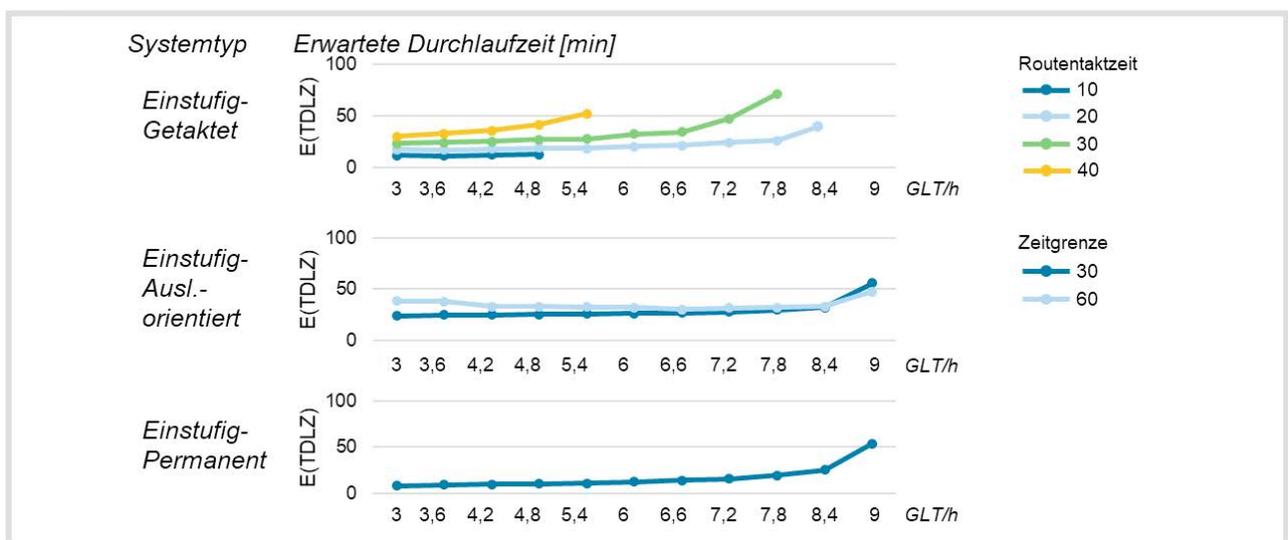


Abbildung 10: Erwartete Durchlaufzeit in Abhängigkeit des Transportbedarfs am Beispiel

Letztere führen bei allen Systemen ab einem bestimmten Transportbedarf zu einem merklichen Anstieg der Durchlaufzeit, wobei bei den getakteten Systemen dieser Punkt bereits früher erreicht ist, als bei den anderen Systemen. Dies liegt daran, dass hier aufgrund der Schwankungen bei vielen Touren die Kapazität nicht ausreicht und Aufträge im Puffer zurückgelassen werden müssen, in Takten mit niedrigem Bedarf aufgrund der vorgegebenen Taktzeit jedoch keine Zeit aufgeholt werden kann. Systeme mit anderen Prinzipien können auch bei höherem Bedarf und damit höherer Auslastung Schwankungen besser ausgleichen und sind damit in diesen Bereichen besser geeignet, wobei auch hier lange maximale Durchlaufzeiten resultieren können.

5. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist in der vorliegenden Dissertation ein evaluiertes, analytisches Modell zur Leistungsberechnung und -bewertung für Routenzugsysteme bei schwankenden Transportbedarfen entstanden, dessen praktische Anwendbarkeit und Nutzen gezeigt wurde. Die Berechnungslogiken wurden in einer Software umgesetzt, so dass sie für Planer in der Industrie einfach anwendbar sind. Wichtige Erkenntnisse aus den Untersuchungen wurden außerdem in Form allgemein gültiger Planungsempfehlungen festgehalten, die auch ohne Anwendung des Modells beziehungsweise der Software zur Planung von Routenzugsystemen genutzt werden können. Als Anwender besteht somit die Möglichkeit, erstmals Leistungs- und Effizienzgrößen für unterschiedliche Planungsvarianten vor dem Hintergrund schwankender Bedarfe bereits in der Planung schnell und fundiert zu ermitteln und damit die Planung abzusichern.

6. Literatur

- [Boz-13] Bozer, Y. A.; Ciemnoczowski, D. D.: Performance evaluation of small-batch container delivery systems used in lean manufacturing. In: International Journal of Production Research, Jg. 51 (2013) Nr. 2, S. 555–567.
- [Bru-12] Brungs, F.: Der Milkrun in der Produktionslogistik. Dissertation, RWTH Aachen, Aachen, 2012.
- [Dew-14] Dewitz, M.; Günthner, W. A.; Arlt, T.: Fahrplanoptimierung für innerbetriebliche Routenverkehre. In: Logistics Journal: Proceedings, Jg. 2014 (2014), S. 1–14.
- [Dro-13] Droste, M.: Parameterbasierte Modellierung innerbetrieblicher Milkrun-Systeme zur Planung der Materialbereitstellung in der Montage. Dissertation, Technische Universität Dortmund, Dortmund, 2013.
- [Emd-12] Emde, S.; Boysen, N.: Optimally routing and scheduling tow trains for JIT-supply of mixed-model assembly lines. In: European Journal of Operational Research, Jg. 217 (2012), S. 287–299.
- [Fac-13] Faccio, M.; Gamberi, M.; Persona, A.; Regattieri, A.; Sgarbossa, F.: Design and simulation of assembly line feeding systems in the automotive sector using supermarket, kanbans and tow trains: a general framework. In: Journal of Management Control, Jg. 24 (2013) Nr. 2, S. 187–208.
- [Fur-12] Furmans, K.; Özden, E.; Stoll, J.; Epp, M.; Schmidt, T.; Meinhardt, I.; Schulze, F.: Analysis of material handling systems based on discrete time design modules. In: Montreuil, B., et al. (Hrsg.): 12th International Material Handling Research Colloquium, Gardanne, Frankreich, 2012, S. 156–174.

- [Gol-14] Golz, J.: Materialbereitstellung bei Variantenfließlinien in der Automobilendmontage. Dissertation, TU Berlin, Berlin, 2013.
- [Gün-13] Günthner, W. A.; Durchholz, J.; Klenk, E.; Boppert, J.: Schlanke Logistikprozesse – Handbuch für den Planer. Springer Vieweg, Berlin, 2013.
- [Gün-16] Günthner, W.; Keuntje, C.: IntegRoute – Ganzheitliche Konzeptauswahl für Routenzugsysteme zur Produktionsversorgung – Integrierte Bewertung von Prozess und Technik. Forschungsbericht. Lehrstuhl fml, TU München, Garching, 2016.
- [Har-03] Harris, R.; Harris, C.; Wilson, E.: Making materials flow – A lean material-handling guide for operations, production-control, and engineering professionals. Lean Enterprise Institute, Inc., Cambridge, MA, 2003.
- [Ich-09] Ichikawa, H.: Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (mizusumashi) for laptop assembly. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, Austin, TX, 2009, S. 2272–2280.
- [Inm-97] Inman, R. R.; Bhaskaran, S.; Blumenfeld, D. E.: In-plant material buffer sizes for pull system and level-material-shipping environments in the automotive industry. In: International Journal of Production Research, Jg. 35 (1997) Nr. 5, S. 1213–1228.
- [Nom-06] Nomura, J.; Takakuwa, S.: Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system. In: International Journal of Simulation Modelling, Jg. 5 (2006) Nr. 4, S. 155–166.
- [Mar-15] Martini, A.; Stache, U.: Forschungsbericht: Planung von Routenzugsystemen. In: Schenk, M., et al. (Hrsg.): 20. Magdeburger Logistiktage – Sichere und nachhaltige Logistik, 2015, S. 85–93.
- [Kle-17] Klenk, E. M.: Ein analytisches Modell zur Bewertung der Leistung von Routenzugsystemen bei schwankenden Transportbedarfen. Dissertation, TU München, Garching bei München, 2017.
- [Lie-17] Lieb, C.; Klenk, E.; Galka, S.; Keuntje, C.: Einsatz von Routenzugsystemen zur Produktionsversorgung – Studie zu Planung, Steuerung und Betrieb; Lehrstuhl fml, Garching, 2017.
- [Sch-12] Schmidt, T.; Meinhardt, I.: Berechnen statt simulieren. In: Logistik heute (2012) Nr. 1-2, S. 30–31.
- [VDI-5586] VDI Verein deutscher Ingenieure: Routenzugsysteme – Grundlagen, Gestaltung und Praxisbeispiele. VDI-Richtlinie Nr. 5586, 2016.
- [Wie-13] Wiegel, F.; Immler, S.; Knobloch, D.; Abele, E.: Simulationsgestützte Optimierung innerbetrieblicher Milkruns: Entwicklung eines Simulationsmodells zur Planung und Optimierung der Materialbereitstellung. In: ProductivITy Mgmt, Jg. 18 (2013) Nr. 1, S. 51–54.

Über die Autorin

Dr.-Ing. Eva Klenk hat Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität Karlsruhe (TH) studiert. Anschließend war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Akademische Rätin am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der Technischen Universität München tätig. In diesem Rahmen war sie Teamleiterin der Forschungsgruppe Logistik-Prozessgestaltung, hat Forschungs- und Industrieprojekte im Bereich Lean Logistics und Automobillogistik bearbeitet und die vorliegende Dissertation erstellt. Nach einer Tätigkeit im Logistik-Innovationsmanagement bei der BMW Group gründete sie die Logistikberatung Eva Klenk und berät Firmen im Bereich Logistik-Prozessgestaltung und Lean Logistics.

Sprachsteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik: Der Einfluss kognitiver Informationsverarbeitung des Bedieners auf das Arbeitsergebnis

1. Einleitung

- 1.1. Sprachsteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen
- 1.2. Kognitive Informationsverarbeitung im Kontext von Sprachsteuerung

2. Zielsetzung

3. Entwicklung einer dezentralen Sprachsteuerung für autonom agierende FTF

- 3.1. Konzept der Mensch-Maschine-Interaktion
- 3.2. Umsetzung des Sprach-Moduls
- 3.3. Integration des Sprach-Moduls in das FTF
- 3.4. Anwendung des Sprach-Moduls

4. Entwicklung einer EEG-basierten Messmethode zur Erfassung kognitiver Korrelate

5. Evaluierung der Sprachsteuerung hinsichtlich der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners

- 5.1. Versuchsbeschreibung
- 5.2. Versuchsergebnisse
- 5.3. Fazit

6. Zusammenfassung und Praxisrelevanz

Über den Autor

Quellenverzeichnis

Sprachsteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik: Der Einfluss kognitiver Informationsverarbeitung des Bedieners auf das Arbeitsergebnis

Dr.-Ing. Florian Podszus, CEO, beta Data Science GbR, Hannover

Abstract

In der Intralogistik werden u. a. Unstetigförderer wie autonom agierende fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) mit Gabelhubvorrichtung eingesetzt. Diese FTF lassen sich dezentral über die natürlichen Kommunikationskanäle des Menschen beauftragen, wobei der Mensch die Interaktion über Sprache am häufigsten verwendet. Der vorliegende Beitrag behandelt die zentrale Fragestellung, welchen Einfluss die kognitive Informationsverarbeitung des Bedieners bei der dezentralen Sprachsteuerung von autonom agierenden FTF in intralogistischer Umgebung hat. Dazu wurde eine Sprachsteuerung für FTF sowie ein Elektroenzephalografie (EEG)-basiertes Messsystem zur Untersuchung der kognitiven Informationsverarbeitung (in Form von Unaufmerksamkeit und Entspannung) entwickelt. Zur Evaluierung der Interaktion mit dem FTF wurde zudem eine Studie durchgeführt, bei der Probanden gleichzeitig die sprachgesteuerte Beauftragung des FTF und eine Kommissionieraufgabe absolvieren mussten. Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass die Unaufmerksamkeit sowie Entspannung des Bedieners einen signifikanten Einfluss auf das Arbeitsergebnis aufweisen.

Stichworte: *Kognition, Sprachsteuerung, fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), Mensch-Maschine-Interaktion (MMI), Elektroenzephalografie (EEG)*

1. Einleitung

Die Intralogistik bildet einen der umsatzstärksten Sektoren im Maschinenbau. Laut dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) sind der Fördertechnik- und Intralogistikbranche für das Jahr 2017 rund 21,4 Milliarden Euro an Produktionsvolumen zuzuordnen [Vdm17]. Der unternehmerische Wunsch nach wirtschaftlichem Wachstum führt zur Entwicklung neuartiger Technologien (z. B. dezentral gesteuerte Materialflusssysteme), wodurch bis 2025 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von 78 Milliarden Euro (jährlich ca. 1,7 Prozent Wachstum) erwartet wird [Bau14]. Durch diese neuen Steuerungs- und Organisationsformen ermöglichen kognitive Materialflusssysteme höchst wandlungsfähige logistische Lösungen [Sch12]. Dabei werden durch autonome Objekte, mobile Kommunikation und echtzeitfähige Sensorik neue Paradigmen der dezentralen Steuerung und Ad-hoc-Gestaltung von Prozessen geschaffen [Gan13].

1.1. Sprachsteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen

In der Intralogistik werden u. a. Unstetigförderer wie fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) mit Gabelhubvorrichtung eingesetzt. FTF sind in der Regel Teil eines fahrerlosen Transportsystems (FTS). Im Gegensatz zu Stetigförderern (z. B. Förderbändern) sind sie flexibel einsetzbar. Dabei kommt FTF bzw. autonom agierenden FTF eine zunehmend wachsende Bedeutung zu. Klassische FTS werden im Allgemeinen durch eine zentrale FTS-Leitsteuerung beauftragt. Ein FTS ist ein hierarchisches System, in dem einzelne FTF zwar intelligent, jedoch üblicherweise nicht autark agieren [Ull14]. Die Implementierung eines klassischen FTS in eine bestehende Anlagenstruktur erfordert dabei einen hohen Einrichtungs- und Anpassungsaufwand, wodurch ein starres System entsteht. Jegliche Art von Veränderung führt zur Notwendigkeit, dass die FTS-Leitsteuerung an die neue Infrastruktur angepasst werden muss. Dies führt dazu, dass FTS für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) monetär oft nicht realisierbar sind. Aus Anwendersicht müssen FTS bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit deutlich wandlungsfähiger sein. Eine rein zentrale FTS-Leitsteuerung kann den Anforderungen in einer wandlungsfähigen Produktion oft nicht mehr gerecht werden [Sch13a]. Aus diesem Kontext heraus resultieren Ansätze zur Dezentralisierung von FTS-Leitsteuerungen, wobei die Beauftragung der FTF direkt durch den Bediener erfolgt (bspw. [Tre14]). Dafür muss das FTF in der Lage sein, bestehende Transportaufgaben autonom auszuführen [Fra12].

Die Forderung nach einer dezentralen Steuerung bedingt, dass eine geeignete Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) zur direkten Beauftragung des FTF vorhanden sein muss. Allgemein wird bei der Umsetzung einer MMI eine natürliche Interaktion bevorzugt, die der Interaktion zwischen Menschen ähnelt, da diese eine gute Akzeptanz verspricht. Für die MMI können sowohl ein als auch mehrere Kommunikationskanäle genutzt werden. Beim Einsatz mehrerer Kommunikationskanäle wird von einer multimodalen Kommunikation gesprochen. Prinzipiell kann die MMI über den akustischen, visuellen und taktilen Kommunikationskanal umgesetzt werden [Sch95]. Dabei können neben einer Sprachsteuerung auch Gesten- oder Tastensteuerungen Anwendung finden [Ove15]. Nach [Gol99] und [Sch04] ist die Kommunikation über Sprache die natürlichste Interaktionsform. Im technischen Sinne wird bei der Sprachverarbeitung zwischen Sprachsynthese und Spracherkennung unterschieden. Die Sprachsynthese wird zur akustischen Ausgabe von maschinellen Befehlen verwendet (d. h. die Maschine spricht mit dem Menschen). Die Spracherkennung hingegen wird durch einen isolierten Wortumfang und der Definition einer Grammatik für die Sprachsteuerung eingesetzt (d. h. der Mensch spricht mit der Maschine). Sprachsteuerungen gelten als eine der funktionalen Herausforderungen an das FTF der Zukunft [Ull14]. Dabei ist ein entscheidender Grund, der für eine sprachbasierte MMI spricht, die vergleichsweise hohe Datenrate. Daher kommt der Sprachsteuerung eine zunehmend wachsende Bedeutung zu.

Ein Beispiel, welches die steigende Signifikanz von Sprachsteuerungen verdeutlicht, ist die Anwendung bei Mobiltelefonen. Die letzten Studien der Verbrauchs- und Medienana-

lyse (VuMA) belegen, dass die Verwendung von und Akzeptanz gegenüber Sprachsteuerungen stetig wachsen (vgl. [Arb14] und [Arb15]).

Dem erfolgreichen Einsatz von Sprachsteuerungen für autonom agierende FTF in intralogistischer Umgebung stehen jedoch einige Herausforderungen gegenüber. Objektiv betrachtet existiert derzeit keine natürliche Sprachsteuerung. Eine sprachbasierte MMI, die vergleichbar mit der Interaktion zwischen Menschen ist, kann in Bezug auf den Wortumfang sowie die Möglichkeiten bzgl. Syntax und Semantik derzeit nicht in vollem Maße realisiert werden. Die erfolgreiche Bedienung einer Sprachsteuerung setzt für gewöhnlich eine Lernphase voraus, die die Anzahl an Fehlbedienungen bzw. falsch erkannten Befehlen mit der Zeit sinken lässt. Hinzu kommt, dass die Erkennungsleistung von Sprachsteuerungen bei unterschiedlichen Sprechertypen variiert und prinzipiell bei erhöhten Umgebungsgläuschen abnimmt. Des Weiteren muss eine MMI im Allgemeinen zeitliche Kriterien erfüllen, um vom Bediener akzeptiert zu werden (z. B. eine angemessene Interaktionszeit).

Die Herausforderungen für Sprachsteuerungen in der Intralogistik bzgl. unterschiedlichen Sprechern, Umgebungsgläuschen und Interaktionszeit werden aufgrund von Platzrestriktionen in diesem Beitrag nicht näher erläutert. Diese wurden jedoch ausführlich in [Pod17] diskutiert und in mehreren Studien evaluiert.

1.2. Kognitive Informationsverarbeitung im Kontext von Sprachsteuerung

Während es bei anderen Interaktionsformen (z. B. Gestensteuerungen) in erster Linie physischer Anstrengung bedarf, so hat bei der Bedienung einer Sprachsteuerung vor allem die kognitive Informationsverarbeitung des Menschen einen Einfluss auf die Ausführung der eigentlichen Aufgabe. Bei der ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen, Arbeitsplätzen und Arbeitsmitteln müssen neben physischen auch psychologische Aspekte des Menschen berücksichtigt werden [Sch10b]. Bei der Sprachverarbeitung sind insbesondere neurophysiologische Prozesse interessant, da diese eine komplexe kognitive Aktivität darstellen [Röh03]. Bei der MMI über Sprache werden kognitive (mentale) menschliche Ressourcen benötigt [Sch10b]. Darüber hinaus können ausgeprägte emotionale Zustände die Richtigkeit sprachlicher Aktivität beeinflussen [Züh12]. Zudem zeigt [Hoe15], dass negative Erfahrungen bei der Sprachsteuerung (in Form von wiederholt falscher Erkennung) dazu führen, dass der Bediener seine Sprechgeschwindigkeit erhöht. Diese Veränderung senkt wiederum tendenziell die Erkennungsgenauigkeit.

[Gol99] zeigt, dass der Einsatz einer Sprachsteuerung verglichen mit einer taktilen Bedienung zusätzliche kognitive Ressourcen in Anspruch nimmt. Dies macht sich bspw. bei der Sprachdialogführung bemerkbar, da das Navigieren durch die Anwendung sowie die Verarbeitung und das Erinnern der relevanten Informationen ohne Hilfe einer visuellen Anzeige eine zusätzliche Belastung für den Bediener bedeutet [Din13]. Der

erhöhter kognitiver Aufwand (mentale Beanspruchung) lässt sich z. B. wiederholt bei der Anwendung einer Sprachsteuerung von Mobiltelefonen während der Autofahrt beobachten ([Sim14], [Str15a] und [Str15b]). Daraus lässt sich schließen, dass gerade parallele Tätigkeiten wie Sprachsteuerung und Autofahren die kognitive Leistungsgrenze ausreizen. Des Weiteren standen 2013 mehr als zehntausend Arbeitsunfälle in Deutschland in Verbindung mit einem Flurförderfahrzeug mit Gabelhubvorrichtung [Sta14]. Eine mögliche Ursache liegt in einer zu hohen kognitiven Belastung des Bedieners, z. B. durch Unaufmerksamkeit oder Angespanntheit. Vergleicht man diese Zusammenhänge mit der Tatsache, dass die Sprachsteuerung von autonomen FTF mit hoher Wahrscheinlichkeit in Kombination mit einer parallelen Tätigkeit wie dem Kommissionieren von Ware ausgeführt wird, dann spielt die kognitive Informationsverarbeitung eine bedeutende Rolle.

Mit Bezug auf den vorliegenden Anwendungsfall (Sprachsteuerung von autonom agierenden FTF in der Intralogistik) zeigt dieser Abschnitt, dass die kognitive Informationsverarbeitung des Menschen bei der Bedienung einer Sprachsteuerung Auswirkungen auf die Richtigkeit bzw. Fehlerhäufigkeit haben kann. Die Untersuchung kognitiver Aspekte bei der Bedienung einer Sprachsteuerung lässt neben der subjektiven Empfindung des Bedieners auch eine objektive Einschätzung zu. Infolgedessen können neben der Höhe der kognitiven Beanspruchung auch kausale Zusammenhänge analysiert werden, z. B. Einflüsse der kognitiven Informationsverarbeitung auf Fehler und Bearbeitungszeit. In [Röh03] wird aufgezeigt, dass die EEG ein probates Mittel zur nicht-invasiven Untersuchung kognitiver Informationsverarbeitung bei Sprachverarbeitungsprozessen darstellt. Eine explizitere Betrachtung bzgl. der Messbarmachung kognitiver Informationsverarbeitung des Menschen (Operationalisierung kognitiver Korrelate) wird in Kapitel 4 vorgestellt.

Aus der beschriebenen Ausgangssituation ergeben sich die übergeordnete wissenschaftliche Fragestellung sowie die Forschungsziele dieses Beitrags, welche im folgenden Kapitel aufgestellt werden.

2. Zielsetzung

Nach dem derzeitigen Wissensstand existiert keine dezentrale Sprachsteuerung zur Beauftragung von autonom agierenden FTF in der Intralogistik. Darüber hinaus bestehen keine bekannten wissenschaftlichen Untersuchungen zur Bedienung von sprachgesteuerten, autonom agierenden FTF, bei denen die kognitive Informationsverarbeitung des Bedieners berücksichtigt wird. Aus den genannten Forschungslücken lässt sich folgende zentrale wissenschaftliche Fragestellung ableiten: *Unter welchen Bedingungen funktioniert eine dezentrale Sprachsteuerung für autonom agierende FTF in intralogistischer Umgebung und welchen Beitrag liefert dabei die kognitive Informationsverarbeitung des Bedieners?*

Zur Untersuchung der zentralen wissenschaftlichen Fragestellung wird das Forschungsziel durch folgende Teilziele (TZ) ausgedrückt:

TZ 1: Entwicklung einer dezentralen Sprachsteuerung für autonom agierende FTF (vgl. Kapitel 3)

TZ 2: Entwicklung einer EEG-basierten Messmethode zur Erfassung kognitiver Korrelate (vgl. Kapitel 4)

TZ 3: Evaluierung der Sprachsteuerung hinsichtlich der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners (vgl. Kapitel 5)

3. Entwicklung einer dezentralen Sprachsteuerung für autonom agierende FTF

Im Rahmen der Arbeit wurde eine Sprachsteuerung für ein autonom agierendes FTF umgesetzt (vgl. TZ 1). Bei dem FTF handelt es sich um einen Schubmaststapler, welcher durch zusätzliche Technik (z. B. Sprach- und Gestensteuerung, 3D-Kameratechnologie, Auftragsverwaltung, Sicherheitstechnik und Navigationseinheit für autonomes Fahren) zu einem Gabelhub-FTF umgerüstet wurde. Diese Arbeit fokussiert sich auf das Teilsystem Sprachsteuerung.

3.1. Konzept der Mensch-Maschine-Interaktion

Die MMI mit dem FTF soll über Sprachbefehle erfolgen. In Abbildung 1 ist der konzeptionelle Aufbau für die Sprachsteuerung sowie ein EEG-basiertes Messsystem zur Untersuchung der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners dargestellt. Dieses umfasst neben einem EEG-Headset zur Datenaufnahme (Hardware) auch ein EEG-Modul zur Signalverarbeitung (Software). Die Umsetzung des EEG-basierten Messsystems zur Erfassung kognitiver Korrelate wird in Kapitel 4 vorgestellt und ist kein aktiver Teil der MMI, sondern wird zur Untersuchung dieser eingesetzt (vgl. Kapitel 5).

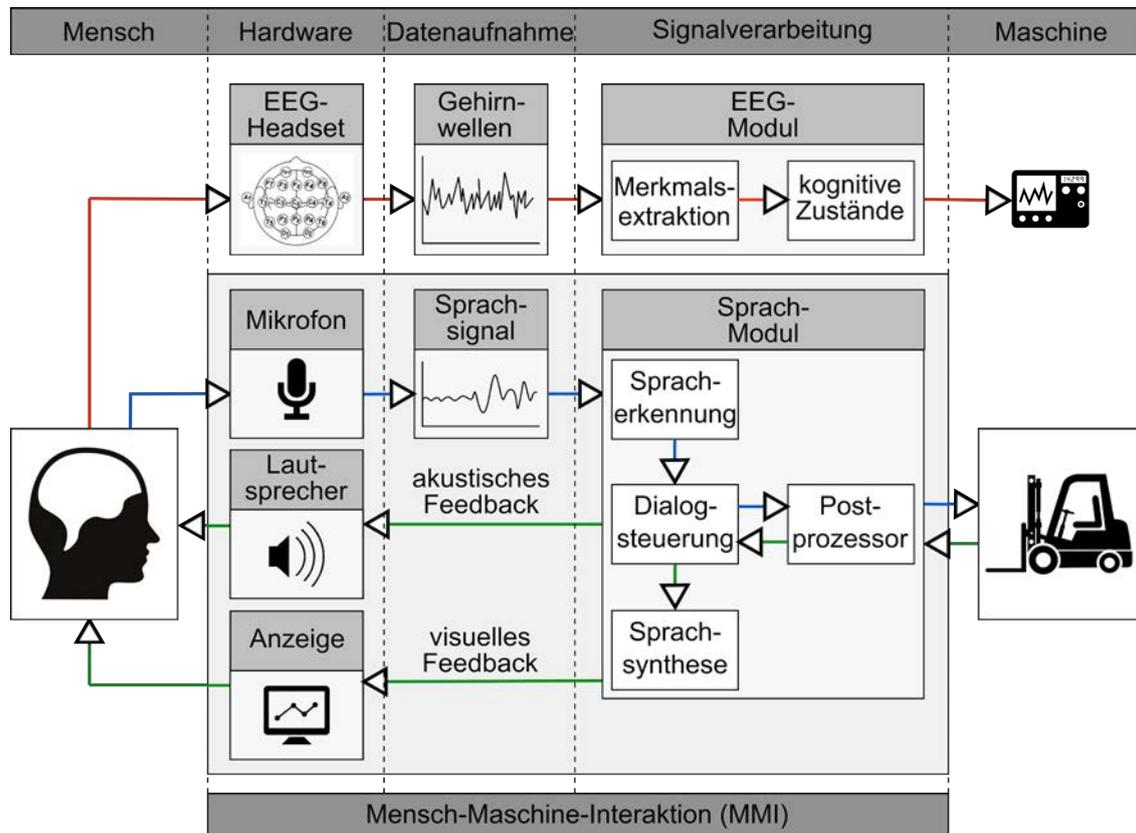


Abbildung 1: Konzept der MMI zur Sprachsteuerung von FTF

Die Interaktion mit dem FTF über Sprache erfolgt bidirektional. Zur Aufnahme akustischer Signale, d. h. der gesprochenen Sprache, wird ein Mikrofon benötigt (Hinweg; blaue Pfeile). Zur Ausgabe eines bekannten Befehls wird ein Lautsprecher sowie eine Anzeige verwendet (Rückweg; grüne Pfeile). Das Sprach-Modul ist dabei das zentrale Element, welches sämtliche Funktionalitäten für die Sprachsteuerung des FTF enthält. Dazu zählen die Spracherkennung, die Sprachsynthese, die Dialogsteuerung und der Postprozessor. Die Kommunikation untereinander erfolgt über eine TCP/IP-Verbindung.

3.2. Umsetzung des Sprach-Moduls

Die Sprachsteuerung besteht im Wesentlichen aus dem Sprach-Modul welches in Form von Software umgesetzt wurde. Dabei enthält das Sprach-Modul vier Software-Funktionen: Spracherkennung, Sprachsynthese, Dialogsteuerung und Postprozessor. Die Spracherkennung dient dem Zweck, den akustischen, durch den Bediener ausgesendeten Befehl in eine Wortfolge zu transformieren. Die Sprachsynthese hingegen synthetisiert die von der Maschine ausgesendeten Informationen (z. B. eine Statusmeldung). Die Dialogsteuerung ist das zentrale Element, welches die Kommunikation in beide Richtungen (Mensch zu Maschine und Maschine zu Mensch) regelt. Der Postprozessor interpretiert

bzw. übersetzt schließlich die Befehle der Dialogsteuerung an die Auftragsverwaltung des FTF und umgekehrt. Alle im Folgenden beschriebenen Software-Funktionen sind in C++ umgesetzt und auf dem Betriebssystem Linux Ubuntu 14.04 LTS appliziert. Die detaillierte Funktionsbeschreibung von Spracherkennung, Sprachsynthese, Dialogsteuerung und Postprozessor ist in [Pod17] aufgeführt.

Die eigentliche Spracherkennung basiert auf dem Spracherkenner Julius ([Lee01b] und [Lee09]). Dieser wird Server-basiert in einem separaten Thread ausgeführt. Kernelemente der Spracherkennung sind das Akustik- und Sprachmodell. Das eingesetzte Akustikmodell für die Sprache Deutsch wurde der Datenbank VoxForge [Vox16] entnommen. Das Akustikmodell wurde bereits von 108 Sprechern mit insgesamt 56,6 Stunden Sprachmaterial trainiert. Das Akustikmodell ist durch das umfangreiche Training weitestgehend sprecherunabhängig einsetzbar. Für das Training wurden Sprachaufnahmen mit 16 kHz Abtastfrequenz eingesetzt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit weitere Sprachen einzubinden (z. B. Englisch und Japanisch).

Das Sprachmodell wurde eigens für den Anwendungsfall erstellt und besteht im Wesentlichen aus einem Wortschatz mit phonetischer Beschreibung jedes Worts und einer Grammatik zur Abbildung der Befehlsstruktur. Der Befehlsumfang repräsentiert die Teil-Anwendungsfälle (siehe Tabelle 1). Daraus ergeben sich folgende Befehlsgruppen:

Fahrzeugaktivierung: Diese Befehlsgruppe dient dem Ansprechen des Fahrzeugs.

Befehlsbestätigung: Diese Befehlsgruppe dient der Bestätigung eines erkannten Befehls. Dabei kann die Eingabe (d. h. der zuvor erkannte Befehl) als richtig oder falsch bewertet werden.

Auftragsbefehle: Diese Befehlsgruppe beinhaltet die Steuerung eines aktuellen Auftrags. Dabei wird zwischen dem Pausieren, Fortsetzen und Abbrechen eines Auftrags unterschieden.

Aktionsbefehle: Diese Befehlsgruppe wird in der Regel nur beim Anlernen zusätzlicher Positionen benötigt. Dazu können bspw. an erforderlichen Positionen im Lagerbereich die Betätigung des Warnsignals, des Blinkers oder einer Schleichfahrt eingespeichert werden.

Fahrzielbefehle: Diese Befehlsgruppe umfasst den Umgang mit Fahrzielen. Dabei wird zwischen dem Anlernen einer Position (z. B. Speichern der Koordinaten der aktuellen Fahrzeugposition als Auftragsort) und dem Anfahren einer bekannten Position unterschieden. Positionen können bspw. ein Auftragsort, eine Ladestation, eine Parkfläche oder ein Fahrziel sein.

Umschlagbefehle: Zu dieser Befehlsgruppe zählen alle Vorgänge, die mit der Auf- bzw. Ablage eines Förderhilfsmittels zusammenhängen. Das Förderhilfsmittel ist hier eine Palette. Beim Auf- bzw. Ablageort lässt sich zwischen einem Regal (mit Zeile und Spalte) und dem Boden wählen.

3.3. Integration des Sprach-Moduls in das FTF

Abbildung 2 zeigt das verwendete Mikrofon-Headset (Microsoft LifeChat LX-4000) und das industrietaugliche Tablet (Panasonic Toughpad FZ-M1). Die Entscheidung fiel bewusst auf ein Headset, da bspw. ein auf dem FTF angebrachtes Mikrofon deutlich empfindlicher auf Störgeräusche reagiert. Störgeräusche sind durchaus häufig in intralogistischer Umgebung vorhanden. Diesbezügliche Zusammenhänge können in dieser Abhandlung aus Platzgründen nicht näher erläutert werden, wurden aber ausführlich in [Pod17] untersucht.

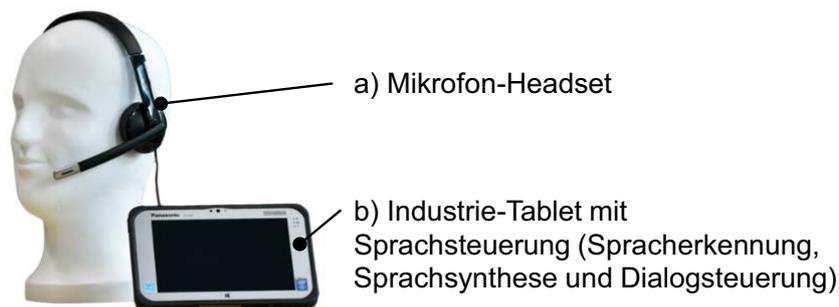


Abbildung 2: Eingesetztes Mikrofon-Headset (Microsoft LifeChat LX-4000) mit Tablet (Panasonic Toughpad FZ-M1)

Die Komponenten, die auf dem Gabelhub-FTF installiert sind, werden in Abbildung 3 dargestellt. Sämtliche Teilsysteme sind in dem Schaltschrank auf dem Dach des FTF installiert.



Abbildung 3: Komponenten am Gabelhub-FTF mit integrierter Sprachsteuerung

3.4. Anwendung des Sprach-Moduls

Abbildung 4 zeigt einen Benutzer mit dem FTF in Aktion. Dabei beauftragt er das FTF über einen Sprachbefehl, eine Palette aus dem Regal auszulagern und sie an einer bestimmten Stelle auf dem Boden abzulegen.

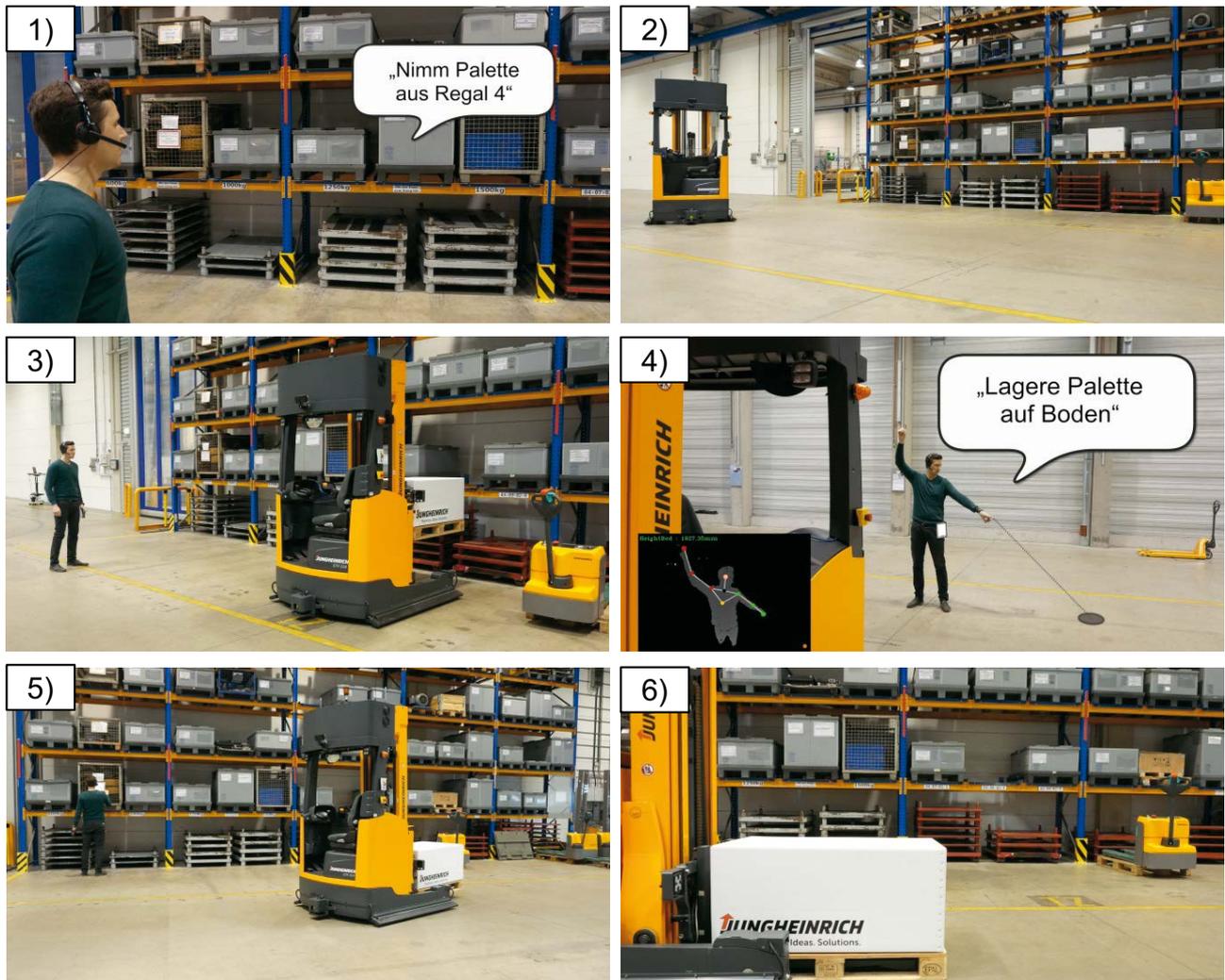


Abbildung 4: Teil-Anwendungsfälle „Palette aus Regal auslagern“ und „Palette auf Boden ablegen“

Neben den zwei beschriebenen Teil-Anwendungsfällen existieren sieben weitere (insgesamt neun), die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Name des Teil-Anwendungsfalls	Befehlsgruppe
Auftrag pausieren/fortsetzen/abbrechen	Auftragsbefehle
Fahrziel einlernen	Fahrziel- und Aktionsbefehle
Fahrziel anfahren	Fahrzielbefehle
Palette auf/vom Boden ablegen/aufnehmen	Umschlagbefehle
Palette in/aus Regal einlagern/auslagern	Umschlagbefehle

Tabelle 1: Teil-Anwendungsfälle für die Bedienung des FTF über Sprachbefehle

4. Entwicklung einer EEG-basierten Messmethode zur Erfassung kognitiver Korrelate

Zur Untersuchung der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners der Sprachsteuerung wurde eine EEG-basierte Messmethode in Anlehnung an den Stand der Forschung entwickelt (vgl. TZ 2). Zur Analyse von EEG-Signalen wird typischerweise die spektrale Leistungsdichte (engl.: power spectral density, PSD) für unterschiedliche Frequenzbänder herangezogen. Die Einteilung der Frequenzbänder ist in der Literatur mit leicht variierenden Grenzen zu finden, am häufigsten wird jedoch die folgende verwendet: 0,1-3 Hz (Delta-Band), 4-7 Hz (Theta-Band), 8-12 Hz (Alpha-Band), 13-30 Hz (Beta-Band) und 31-45 Hz (Gamma-Band) [All12]. Die einzelnen Frequenzbänder stehen dabei in direktem Zusammenhang mit neuronaler Aktivität [Fis09].

Zur Evaluation kognitiver Zustände wurden in anderen wissenschaftlichen Arbeiten das Theta- und Alpha-Band identifiziert. So beschreibt [Fre99], aufbauend auf den Erkenntnissen von [Bea74], [All77], [Oha77] und [Oha79], dass eine steigende Aktivität im Leistungsdichtespektrum des Theta-Bands mit Unaufmerksamkeit einhergeht. [Jen02] und [Mec92] beschreiben diesen Zustand als höhere Gedächtnisbelastung (engl.: higher memory load). Die Benennungen der jeweilig assoziierten kognitiven Zustände variieren teilweise, sie zielen jedoch auf das Gleiche ab. Folglich werden Aktivitäten im Theta-Band im Rahmen dieser Abhandlung als Unaufmerksamkeit bezeichnet.

Des Weiteren beschreibt [Ber29], dass die Leistungsdichte des Alpha-Bands bei mentaler Anstrengung (z. B. bei einer Denk- oder Problemlösungsaufgabe) sinkt. Mentale Anstrengung ist in diesem Zusammenhang im positiven Sinne mit Konzentration zu assoziieren, nicht jedoch mit einer Überbelastung. Des Weiteren wurde in [Ray90] erkannt, dass eine erhöhte Aktivität des Leistungsdichtespektrums im Alpha-Band mit höherer Entspanntheit einhergeht. Derartige Kausalitäten werden von [Kli93] und [Kli05] bestätigt.

Die kognitive Informationsverarbeitung wird somit für diese Anwendung durch Unaufmerksamkeit (Theta-Band; 4-7 Hz) und Entspanntheit (Alpha-Band; 8-12 Hz) erklärt.

Beide Messgrößen sind Konstrukte und werden aus mehreren EEG-Signalen extrahiert. Dabei erfolgt die Signalverarbeitung des EEG-Signals in vier wesentlichen Schritten: Aufnahme der Daten, Filterung der Artefakte, Extraktion der Merkmale und Berechnung der Leistungsindizes. Berechnet wird für jeden der 14 EEG-Kanäle die spektrale Leistungsdichte auf Basis der diskreten Fourier Transformation. Abbildung 5 zeigt die Elektrodenpositionierung nach dem 10-10-System und das verwendete EEG-Headset. Eine explizite Darstellung der Berechnung der Leistungsindizes sowie deren Verifizierung anhand einer unabhängigen Studie sind in [Pod17] aufgeführt.

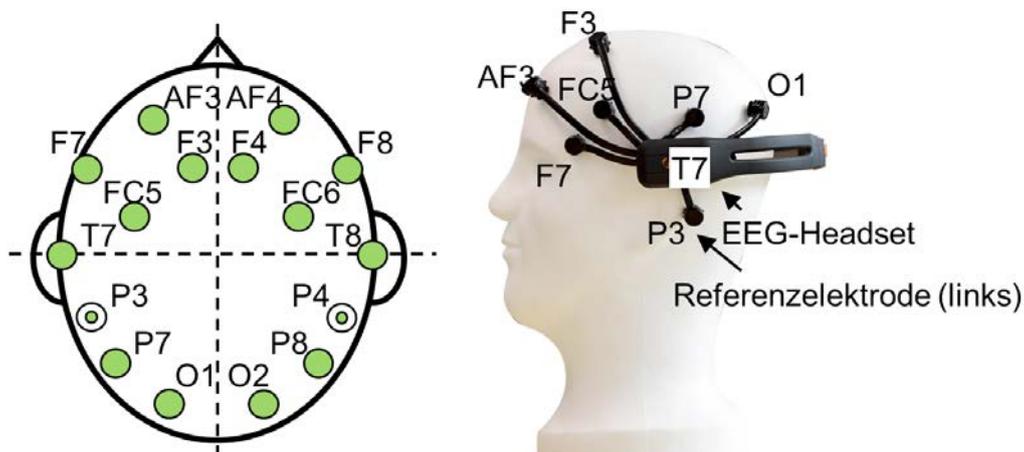


Abbildung 5: a) Elektrodenpositionierung nach dem 10-10-System, b) Emotiv EEG-Headset

5. Evaluierung der Sprachsteuerung hinsichtlich der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners

Um das Bedienverhalten bei der sprachgesteuerten Kommissionierung mit FTF tiefergehend zu untersuchen, wurde eine Studie durchgeführt (vgl. TZ 3). Die Ergebnisse bauen auf den eigenen Voruntersuchungen auf, durch die die Relevanz der Thematik bestätigt werden konnte (vgl. [Pod15] und [Ove16]).

Der Untersuchungsgegenstand wird anhand des Kausalmodells in Abbildung 6 erläutert. Hierbei handelt es sich um ein SOR-Modell, dessen Grundidee besagt, dass ein äußerer Stimulus auf einen Organismus einwirkt und schließlich eine Reaktion hervorruft.

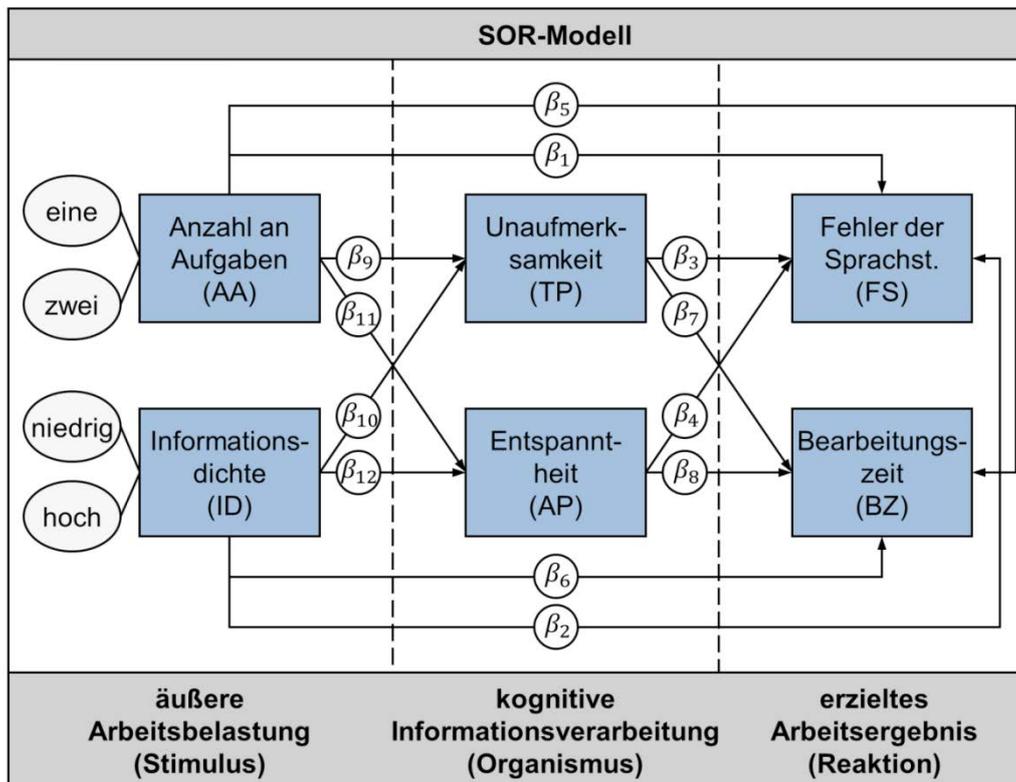


Abbildung 6: Kausalmmodell zur Untersuchung des Einflusses von kognitiver Informationsverarbeitung auf das Arbeitsergebnis

Im vorliegenden Anwendungsfall steht der Bediener der sprachgesteuerten Kommissionierung im Fokus. Zu Beginn erfolgt die äußere Arbeitsbelastung bei der Kommissionierung (Stimulus), welche sich hier aus der Anzahl an auszuführenden Aufgaben AA und der vom Bediener zu bewältigenden Informationsdichte ID zusammensetzt. Dies führt zur kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners (Organismus), welche durch die EEG-basierten Messgrößen Unaufmerksamkeit TP und Entspanntheit AP repräsentiert wird. Am Ende wird ein bestimmtes Arbeitsergebnis erzielt (Reaktion), welches durch die Fehler bei der Sprachsteuerung FS und die benötigte Bearbeitungszeit pro Aufgabe BZ dargestellt wird. Die Kausalbeziehungen sind durch die Pfeile mit den jeweiligen Regressionskoeffizienten β_1 - β_{12} gekennzeichnet, welche im Verlauf der Versuchsergebnisse dieses Abschnitts bestimmt und eingehend interpretiert werden. Im Hinblick auf das vorgestellte Kausalmmodell wird die folgende Hypothese H überprüft:

H: Die EEG-basierte Messung von Unaufmerksamkeit und Entspanntheit eines Bedieners können im Rahmen eines linearen Prognosemodells zur Abschätzung des Arbeitsergebnisses der sprachgesteuerten Kommissionierung mit FTF eingesetzt werden.

5.1. Versuchsbeschreibung

Messgrößen

Bei den Größen des Kausalmodells wird zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen unterschieden. Die unabhängigen Variablen sind der äußeren Arbeitsbelastung zuzuordnen. Sie wurden im Laufe des Versuchs in ihrer Ausprägung gemäß Tabelle 2 variiert, um kausale Beziehungen zwischen den unabhängigen und abhängigen Variablen zu untersuchen. So soll es ermöglicht werden, Aussagen über Regelmäßigkeiten zu treffen, z. B. über das Fehlerverhalten der Sprachsteuerung bei erhöhter Unaufmerksamkeit des Bedieners. Als ein relevanter Stimulus wurde die Anzahl an Aufgaben verändert (eine oder zwei). Die Primäraufgabe bestand in der Bedienung des FTF über die Sprachsteuerung, welche durchgängig auszuführen war. Die Sekundäraufgabe lag im manuellen Kommissionieren von Waren (z. B. Schrauben und Muttern). Die Sekundäraufgabe war dabei immer in Kombination mit der Primäraufgabe durchzuführen, sodass der Proband gedanklich zwischen den zwei Aufgaben hin- und herschalten musste. Als zweiter zu betrachtender Stimulus wurde die Informationsdichte sowohl bei der Bedienung des FTF über Sprache als auch bei der manuellen Kommissionierung verändert (niedrig oder hoch). Bei einer niedrigen Informationsdichte wurden dem Probanden je Aufgabenblock drei Teilaufgaben einzeln vorgegeben. Das heißt, es wurde stets nur eine der drei Teilaufgaben genannt, die dann erst auszuführen war (z. B. die Beauftragung des FTF zum Auslagern einer Palette), bevor die nächste der drei Teilaufgaben genannt wurde. Bei einer hohen Informationsdichte wurden demgegenüber alle drei Teilaufgaben auf einmal genannt, die der Proband sich merken und dann in der richtigen Reihenfolge vollständig abarbeiten musste.

unabhängige Variable	Ausprägung
Anzahl an Aufgaben <i>AA</i>	eine (nur Primäraufgabe)
	zwei (Primär- und Sekundäraufgabe)
Informationsdichte <i>ID</i>	niedrig (Teilaufgaben einzeln)
	hoch (Teilaufgaben zusammen)

Tabelle 2: Unabhängige Variablen (Stimuli)

Die abhängigen Variablen wurden im Rahmen des Versuchs gemäß Tabelle 3 gemessen. Hier handelt es sich zum einen um die EEG-basierten Messgrößen Unaufmerksamkeit und Entspannung des Bedieners mit der in Kapitel 4 entwickelten Messmethode zur Erfassung kognitiver Korrelate. Zum anderen wurden die Fehler der Sprachsteuerung durch Beobachtung und die Bearbeitungszeit eines Aufgabenblocks (d. h. drei Teilaufgaben) durch eine Zeitmessung erfasst. Zu Fehlern der Sprachsteuerung wurden sowohl die von der Sprachsteuerung falsch erkannten als auch die vom Bediener falsch geäußerten Sprachbefehle gezählt.

abhängige Variable	Erhebungsmethode
Unaufmerksamkeit <i>TP</i>	EEG-Messmethode
Entspanntheit <i>AP</i>	EEG-Messmethode
Fehler der Sprachsteuerung <i>FS</i>	Beobachtung
Bearbeitungszeit <i>BZ</i>	Zeitmessung

Tabelle 3: Abhängige Variablen (Organismus und Reaktion)

Versuchsaufbau

Der im Folgenden beschriebene Versuch fand unter Laborbedingungen statt. Insgesamt wurden 16 Probanden (4 weibliche, 12 männliche) im Alter von 20-32 Jahren akquiriert. Das durchschnittliche Alter betrug 26,4 Jahre. Die Probanden wurden gleichmäßig auf zwei Gruppen verteilt. Die eine Gruppe musste nur die Primäraufgabe ausüben, also die Bedienung der Sprachsteuerung des FTF. Die andere Gruppe hingegen musste zusätzlich das manuelle Kommissionieren durchführen. Beide Gruppen mussten nach einer vorangegangenen Ruhephase (je 1,5 min) zwei Durchläufe (je 10 min) durchlaufen. Die Ruhephasen garantieren, dass die Probanden immer aus einem definierten, neutralen Zustand heraus in die Aufgabenbearbeitung gestartet sind. Dies ist insbesondere zur Bewertung der Entspanntheit notwendig.

5.2. Versuchsergebnisse

Um zunächst einen Eindruck von dem Verhalten der kognitiven Informationsverarbeitung (d. h. der Unaufmerksamkeit und der Entspanntheit) zu erhalten, werden die Veränderungen über den Versuchszeitraum exemplarisch an einem Probanden demonstriert. Abbildung 7 zeigt ein typisches Leistungsdichtespektrum für einen 10 s-Ausschnitt aus der Ruhephase über alle 14 Kanäle. Hervorgehoben sind das Theta- und Alpha-Band, welche für die vorliegende Untersuchung von besonderer Relevanz sind. Des Weiteren sind oben im Bild die Topographie-Karten für die jeweiligen Mittenfrequenzen von 6 Hz (Theta-Band) und 10 Hz (Alpha-Band) dargestellt. Auf den Topographie-Karten ist die Aktivität an den einzelnen Elektroden-Positionen auf dem Kopf visualisiert. Die Elektroden sind dabei nicht alle explizit beschriftet, jedoch nach dem 10-10-System angeordnet (vgl. Abbildung 5a).

Im Leistungsdichtespektrum (siehe Abbildung 7) ist bspw. eine erhöhte Aktivität im Alpha-Band zu erkennen, die typischerweise während einer Entspannungsphase zu beobachten ist. Des Weiteren ist in der Topographie-Karte oben links ersichtlich, dass das Theta-Band im linken präfrontalen Cortex an Elektrode AF3 eine hohe Aktivität aufweist. Um diese Tatsache weiter zu verdeutlichen, zeigt Abbildung 8 das Spektrogramm für ebendiese Elektrode. Der dargestellte Zeitbereich umfasst eine Ruhephase mit anschließender Aktivitätsphase. Auch hier ist zu erkennen, dass insbesondere das Alpha-Band in der Ruhephase eine deutlich höhere Leistungsdichte aufweist, die dann

während der Aktivitätsphase (d. h. bei der Bedienung der Sprachsteuerung) abnimmt. Für das Theta-Band ist ebenso ein schwacher Anstieg zu verzeichnen. Zudem scheint die Leistungsdichte hier über die Aktivitätsphase hinweg zu variieren.

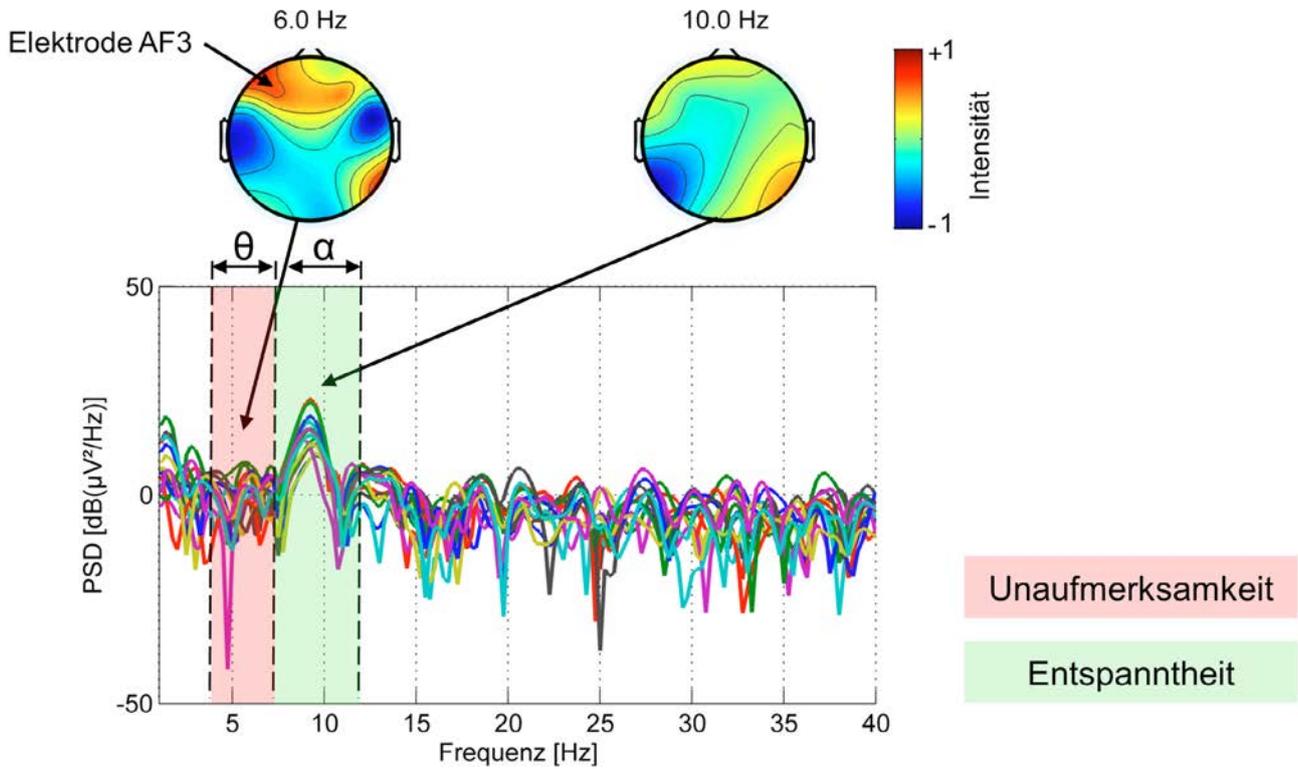


Abbildung 7: Spektrale Leistungsdichte (14 Kanäle) für einen Probanden während der Ruhephase

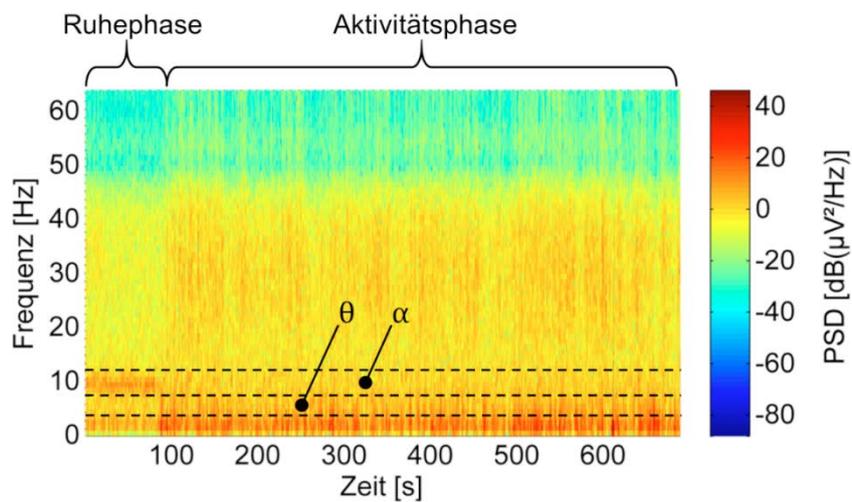


Abbildung 8: Spektrogramm (Elektrode AF3) für einen Probanden

Um die abhängigen Variablen im Gesamtkontext des Kausalmodells (vgl. Abbildung 6) weiter zu untersuchen, werden vier multiple Regressionsanalysen durchgeführt, eine je abhängiger Variable. Für die Berechnung werden die Variablen mit standardisierten Werten verwendet. Zur mathematischen Beschreibung des Kausalmodells werden die folgenden linearen Regressionsgleichungen aufgestellt.

$$FS = \beta_1 * AA + \beta_2 * ID + \beta_3 * TP + \beta_4 * AP \quad 5.1$$

$$BZ = \beta_5 * AA + \beta_6 * ID + \beta_7 * TP + \beta_8 * AP \quad 5.2$$

$$TP = \beta_9 * AA + \beta_{10} * ID \quad 5.3$$

$$AP = \beta_{11} * AA + \beta_{12} * ID \quad 5.4$$

Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalysen sind in Tabelle 4 aufgeführt. Es kann für alle multiplen Regressionsanalysen ein Multikollinearitätsproblem ausgeschlossen werden ($VIF \leq 10$; vgl. [Dia08]).

abhängige	unabhängige	β		VIF	p	R ²
FS	AA	β_1	0,048	1,269	0,799	0,257
	ID	β_2	0,090	1,004	0,591	
	TP	β_3	0,959**	6,741	0,035	
	AP	β_4	-0,566	7,379	0,220	
BZ	AA	β_5	-0,043	1,269	0,812	0,320
	ID	β_6	-0,070	1,004	0,662	
	TP	β_7	1,180***	6,741	0,008	
	AP	β_8	-0,765*	7,379	0,087	
TP	AA	β_9	0,325*	1,000	0,074	0,108
	ID	β_{10}	-0,044	1,000	0,802	
AP	AA	β_{11}	0,426**	1,000	0,017	0,185
	ID	β_{12}	-0,055	1,000	0,747	

Signifikanzniveaus:

**** $p \leq 0,001$; *** $p \leq 0,01$; ** $p \leq 0,05$; * $p \leq 0,1$

Tabelle 4: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalysen

Für die Schätzung der Fehler der Sprachsteuerung (Gleichung 5.1) ergibt sich, dass nur der Regressor TP einen signifikanten und zudem positiven Einfluss in dem Modell aufweist ($\beta_3 = 0,959$; $p = 0,035 \leq 0,05$). Steigt die Unaufmerksamkeit also um 1 dB(μV^2 /

Hz), so wird ungefähr 1 Fehler mehr bei der Sprachsteuerung gemacht. Zudem lässt sich ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,257$ feststellen. Damit lassen sich durch das Regressionsmodell 25,7% der Streuung der Fehler bei der Sprachsteuerung erklären. Neben der Unaufmerksamkeit des Bedieners sind somit noch andere Einflussgrößen relevant, z. B. unterschiedliche Sprecher und Störgeräusche (siehe [Pod17]).

Für die Schätzung der Bearbeitungszeit (Gleichung 5.2) ergibt sich, dass die Regressoren TP und AP einen signifikanten Einfluss auf die Bearbeitungszeit BZ haben ($\beta_7 = 1,180$; $p = 0,008 \leq 0,01$ und $\beta_8 = -0,765$; $p = 0,087 \leq 0,1$). Dabei weist TP einen positiven und stärkeren Einfluss auf, während AP einen negativen und etwas geringeren, aber noch deutlichen Einfluss zeigt. Genauer kann festgehalten werden, dass bei einem Anstieg der Unaufmerksamkeit um 1 dB($\mu V^2/Hz$) sich die Bearbeitungszeit um ca. 1,2 s verlängert; bei einem Anstieg der Entspanntheit um 1 dB($\mu V^2/Hz$) hingegen verringert sich die Bearbeitungszeit um ca. 0,8 s. Soll die Bearbeitungszeit also möglichst kurz gehalten werden, ist es besonders zielführend, wenn der Bediener sowohl aufmerksam als auch entspannt ist. Weiterhin wurde ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,32$ ermittelt, wonach das Regressionsmodell 32% der Gesamtvarianz der Bearbeitungszeit erklären kann. Neben der Unaufmerksamkeit und Entspanntheit des Bedieners sind somit noch andere Einflussgrößen relevant, z. B. die Interaktionszeit (siehe [Pod17]).

Für die Schätzungen der Unaufmerksamkeit und Entspanntheit (Gleichung 5.3 bzw. Gleichung 5.4) hat lediglich der Regressor AA einen signifikanten und positiven Einfluss ($\beta_9 = 0,325$; $p = 0,074 \leq 0,1$ bzw. $\beta_{11} = 0,426$; $p = 0,017 \leq 0,05$). Erhält der Bediener also eine zusätzliche Aufgabe, so steigt die Unaufmerksamkeit um ca. 0,3 dB($\mu V^2/Hz$) und zudem auch die Entspanntheit um ca. 0,4 dB($\mu V^2/Hz$). Die Informationsdichte hingegen zeigt keine signifikante Wirkung auf die EEG-basierten Messgrößen. Zudem weisen beide Regressionsmodelle ein geringes Bestimmtheitsmaß auf ($R^2 = 0,108$ bzw. $R^2 = 0,185$). Die Anzahl an Aufgaben trägt also nur sehr schwach zur Veränderung der Unaufmerksamkeit bei. Dies ist als positiv zu bewerten, da die sprachgesteuerte Beauftragung von FTF in der Regel mit weiteren Tätigkeiten (z. B. dem manuellen Kommissionieren) verbunden ist. Zum anderen zeigt sich, dass die Anzahl an Aufgaben die Entspanntheit etwas stärker beeinflusst. Entgegen der Erwartung, ist bei zwei Aufgaben mit einer höheren Entspanntheit zu rechnen als bei nur einer Aufgabe. Dies kann bspw. dadurch erklärt werden, dass zwei Aufgaben abwechslungsreicher sind als die reine und somit monotone Sprachsteuerung von FTF.

5.3. Fazit

In diesem Abschnitt wurde die Hypothese H untersucht. Dazu wurde ein Versuchsszenario entworfen, welches die sprachgesteuerte Beauftragung von FTF in Kombination mit einer manuellen Pick-by-Voice-basierten Kommissioniertätigkeit abgebildet hat. Ziel der Untersuchung war es festzustellen, ob die EEG-basierten Größen Unaufmerksamkeit und Entspanntheit eines Bedieners im Rahmen eines linearen Prognosemodells einge-

setzt werden können, um den Erfolg (d. h. das später erzielte Arbeitsergebnis) abzuschätzen. Zur Verdeutlichung der Abhängigkeiten wurde ein Kausalmodell in Anlehnung an das SOR-Modell aufgestellt.

Im Gesamtkontext des Kausalmodells wurden vier multiple Regressionsmodelle aufgestellt, eines je abhängiger Variable. Insgesamt konnte eine Kausalkette bestehend aus fünf signifikanten Einflüssen festgestellt werden (siehe Abbildung 9).

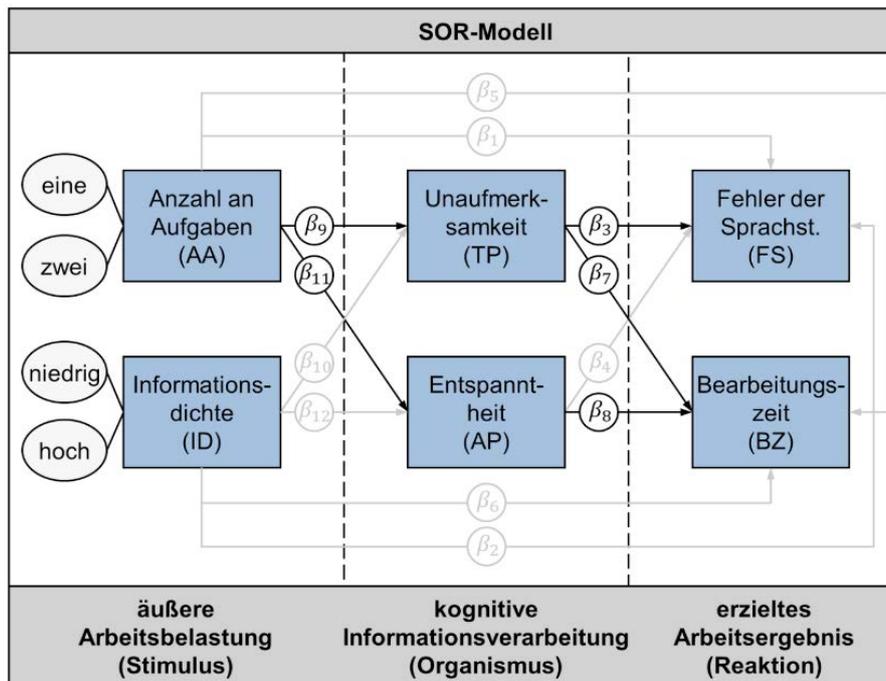


Abbildung 9: Kausalmodell mit signifikanten Pfaden ($p \leq 0,1$; schwarz) und nicht signifikanten Pfaden ($p > 0,1$; grau)

Für die Fehler bei der Sprachsteuerung hat sich herausgestellt, dass die Unaufmerksamkeit des Bedieners die treibende Einflussgröße ist. Ist der Bediener aufmerksamer, so sinken die Fehler bei der Sprachsteuerung. Für die Bearbeitungszeit hingegen haben sowohl die Unaufmerksamkeit als auch die Entspanntheit des Bedieners einen signifikanten Einfluss. Ist der Bediener aufmerksamer und entspannter, so sinkt die Bearbeitungszeit einer Aufgabe. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass die Unaufmerksamkeit nur sehr geringfügig steigt, wenn neben der Sprachsteuerung von FTF noch eine weitere Tätigkeit wie die manuelle Pick-by-Voice-basierte Kommissionierung ausgeübt werden muss. Zudem zeigten die Probanden, dass sie bei der Durchführung von zwei Aufgaben entspannter zu sein schienen, z. B. wegen geringerer monotoner Arbeit. Folglich können dem Bediener bedenkenlos zusätzliche Aufgaben zu der sprachgesteuerten Beauftragung des FTF gestellt werden, was im intralogistischen Bereich meist erforderlich ist. Zudem war bei allen Regressionsmodellen ein verhältnismäßig kleines Be-

stimmtheitsmaß festzustellen. Dies erwies sich jedoch auch in anderen, vergleichbaren Arbeiten als typisch, wenn Parameter durch EEG-basierte Variablen abgeschätzt wurden (vgl. bspw. [Ber04]). Insgesamt lässt sich die Hypothese somit bestätigen.

Mit Blick auf das Prognosemodell als Ganzes zeigt sich, dass alle direkten Pfade (d. h. β_1 , β_2 , β_5 und β_6) von den Stimuli auf die Reaktionen nicht signifikant sind ($p > 0,1$), was die Grundidee des SOR-Modells bestätigt. Die äußere Arbeitsbelastung wird stets kognitiv verarbeitet, bevor sie zu einem erzielten Arbeitsergebnis führt. Dies verdeutlicht die Relevanz der EEG-basierten Messgrößen (Unaufmerksamkeit und Entspannung), wenn der Output der Sprachsteuerung (Fehler und Bearbeitungszeit) erklärt werden soll.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Variablen im Mittel über den gesamten Versuch (hier: 10 min) betrachtet. In weiteren Studien könnte dieser Betrachtungszeitraum verkleinert werden, um eine höhere Dynamik des Schätzmodells sicherzustellen. Des Weiteren wurden bei der EEG-basierten Messmethode die absoluten spektralen Leistungsdichten über alle 14 Kanäle des EEG-Headsets verwendet, um die kognitive Aktivität zu erfassen. Die Unterschiede der Leistungsdichten in den einzelnen Kanälen wurden aufgrund von Platzrestriktionen im Rahmen dieser Abhandlung vernachlässigt und bieten damit eine neue Fragestellung für kommende Studien. Abschließend lässt sich für die in diesem Abschnitt angestellte Untersuchung festhalten, dass EEG-basierte Variablen und damit die kognitive Informationsverarbeitung grundsätzlich für Vorhersagemodelle zur sprachlichen Interaktion mit FTF eingesetzt werden können. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der praktische Einsatz derartiger Schätzmodelle auf Basis neuronaler Aktivität zuvor unter ethischen Gesichtspunkten evaluiert werden muss.

6. Zusammenfassung und Praxisrelevanz

Zu Beginn wurde der Anwendungsfall „Sprachsteuerung von autonom agierenden FTF in der Intralogistik“ vorgestellt und die Herausforderungen hinsichtlich der kognitiven Informationsverarbeitung des Bedieners erläutert. Anschließend wurde die zentrale Fragestellung aufgestellt. Hiernach galt herauszufinden, unter welchen Bedingungen eine dezentrale Sprachsteuerung für autonom agierende FTF in intralogistischer Umgebung funktioniert und welchen Beitrag dabei die kognitive Informationsverarbeitung des Bedieners liefert. Um dies systematisch zu ergründen, wurden die Teilziele TZ 1 bis TZ 3 abgeleitet. Im Anschluss wurden die technische Umsetzung der Sprachsteuerung für FTF (TZ 1) und eine Methode zur EEG-basierten Erfassung kognitiver Korrelate (TZ 2) vorgestellt. Zuletzt erfolgte die Untersuchung des Einflusses von kognitiver Informationsverarbeitung des Bedieners auf das Arbeitsergebnis der Sprachsteuerung von FTF (TZ 3). Dabei wurde festgestellt, dass die EEG-basierte Unaufmerksamkeit TP und Entspannung AP eines Bedieners im Rahmen eines linearen Prognosemodells eingesetzt werden können, um die Fehler bei der Sprachsteuerung und die Bearbeitungszeit abzuschätzen.

Es wurde gezeigt, dass die sprachbasierte MMI mit autonomen FTF in intralogistischer Umgebung realisierbar ist. Zudem ist sie aus vielerlei Gründen von hoher praktischer Relevanz. Zum einen ermöglicht sie dem Kommissionierer die Ausübung von parallelen Tätigkeiten. Dieser kann sich nach der Beauftragung eines FTF, also während das FTF fährt und bspw. eine Platte aus einem entfernten Regal holt, mit anderen Aufgaben wie dem manuellen Kommissionieren von Ware beschäftigen. Dadurch ist die sprachbasierte Kommissionierung im Vergleich zur konventionellen Kommissionierung deutlich effizienter. Besondere Effizienz wird dann erzielt, wenn das FTF weite Strecken zurücklegen muss, für die sonst der Kommissionierer oder ein zusätzlicher Fahrer eingesetzt werden müsste. Darüber hinaus kann ein Bediener mehrere Fahrzeuge gleichzeitig beauftragen, was zu weiteren Einsparungen von Personalkosten führt.

Weitere praktische Relevanz ergibt sich dadurch, dass durch den Einsatz eines derartigen Systems die Unfallrate mit Flurförderfahrzeugen deutlich reduziert werden kann, da sich FTF und Mensch nicht mehr zwangsläufig in den gleichen Lagerbereichen aufhalten müssen. Werden separate Lagerbereiche festgelegt, so können zusätzlich bspw. Kosten für Lichtenergie eingespart werden, da das FTF nicht unbedingt in beleuchteter Umgebung agieren muss. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Anschaffungskosten von einem autonom agierenden FTF über denen eines vergleichbaren Schubstaplers liegen. Wann sich eine Investition in ein oder mehrere FTF mit Blick auf die Einsparung bestehender Energie- und Personalkosten lohnt, ist für den jeweiligen Anwendungsfall individuell zu prüfen. Hierzu wurden bereits erste Untersuchungen parallel zu dieser Arbeit durchgeführt (vgl. [Lor16]).

Darüber hinaus lässt sich ein praktischer Nutzen aus den Erkenntnissen über den Einfluss von kognitiver Informationsverarbeitung des Bedieners auf das Arbeitsergebnis identifizieren. Bei der Untersuchung hat sich herausgestellt, dass die äußere Arbeitsbelastung (z. B. die Anzahl an Arbeitsaufgaben) keinen direkten Einfluss auf das Arbeitsergebnis aufweist. Vielmehr wird die äußere Arbeitsbelastung stets kognitiv vom Bediener verarbeitet, bevor sie zu einem erzielten Arbeitsergebnis führt. Dies verdeutlicht die besondere Relevanz von kognitiver Informationsverarbeitung eines Menschen bei Arbeitsprozessen. Um also ein möglichst erfolgreiches Arbeitsergebnis zu erzielen, muss das System Mensch im Inneren verstanden werden. Dazu kann das in dieser Arbeit entwickelte Prognosemodell mit den inkludierten EEG-basierten Messgrößen (Unaufmerksamkeit und Entspannung) verwendet werden.

Um EEG-Signale für eine Analyse des kognitiven Zustands des Bedieners in der Praxis anwendungsfähig zu machen, muss eine geeignete EEG-Hardware entwickelt werden. Dafür könnten bspw. nur die Elektroden im präfrontalen Kopfbereich in einen Helm oder in ein Mikrofon-Headset integriert werden. Die nachgelagerte Schaltungselektronik beschränkt sich oft nur auf wenige wesentliche Bauelemente wie Instrumentenverstärker und Mikrocontroller mit integriertem ADC. Somit könnte ein derartiges Messsystem in großen Stückzahlen voraussichtlich sehr günstig produziert werden.

Die sprachbasierte Steuerung von autonom agierenden FTF kann also unter Berücksichtigung der diskutierten Rahmenbedingungen erfolgreich in der Intralogistik eingesetzt werden und damit zu einer wesentlichen Effizienzsteigerung beitragen.

Über den Autor

Dr.-Ing. Florian Podszus ist Geschäftsführer der Firmen beta Data Science GbR und Bitmotec GmbH i. G.. Die vorgestellten Forschungsinhalte entstammen seiner Dissertation „Kognitive, dezentrale Sprachsteuerung von autonom agierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik“ [Pod17], welche er parallel zu seiner damaligen Tätigkeit als Projektingenieur am Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) verfasst hat.

Die beta Data Science GbR optimiert Produkte sowie Prozesse mit datengetriebenen Lösungen und hilft Kunden neue Märkte für digitale Geschäftsmodelle zu erschließen. Die Lösungen beinhalten, neben bewährten statistischen Methoden, auch neueste Ansätze der Künstlichen Intelligenz (KI) und des Machine Learning. Die Bitmotec GmbH i. G. entwickelt IIoT-Sensorik, Kameraprüfsysteme und KI-basierte Online-Analyseplattformen für die Produktion und Logistik der Zukunft.

Kontakt: podszus@beta-datascience.de

Quellenverzeichnis

- [All77] Alluisi, E. A.; Coates, G. D.; Morgan, B. B.: Effects of temporal stressors on vigilance and information processing. In: Mackie, R. R. (Ed.), *Vigilance: Theory, Operational Performance, and Physiological Correlates*. Plenum Press, New York (USA) 1977, S. 361-421.
- [All12] Allison, B. Z. et al.: *Towards Practical Brain-Computer Interfaces: Bridging the Gap from Research to Real-World Applications*. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2012.
- [Arb14] Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse (VuMA): *Was konsumierst Du? Basisinformationen für fundierte Mediaentscheidungen*. VuMA (Hrsg.), Frankfurt/Hamburg/Mainz 2014.
- [Arb15] Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse (VuMA): *Was konsumierst Du? Basisinformationen für fundierte Mediaentscheidungen*. VuMA (Hrsg.), Frankfurt/Hamburg/Mainz 2015.

- [Bau14] Bauer, W. et al.: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Hrsg.: BITKOM, Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Berlin/Stuttgart 2014.
- [Bea74] Beatty, J.; Greenberg, A.; Diebler, W. P.; O'Hanlon, J. F.: Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task. In: *Science*, Jg. 183 (1974), S. 871–873.
- [Ber29] Berger, H.: Über das Elektroenzephalogramm des Menschen. In: *Arch Psychiatr*, Jg. 87 (1929), S. 527-570.
- [Dia08] Diamantopoulos, A.; Riefler, P.; Poth, K. P.: Advancing formative measurement models. In: *Journal of Business Research*, Jg. 61 (2008), H. 12, S. 1203-1218.
- [Din13] DIN EN ISO 9241-154:2013-05: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 154: Sprachdialogsysteme (ISO 9241-154:2013). Deutsche Fassung EN ISO 9241-154:2013. Beuth Verlag, Berlin 2013.
- [Fis09] Fisch, B. J.: Fisch & Spehlmann's EEG primer: Basic principles of digital and analog EEG. Elsevier, 3. überarbeitete Auflage, Amsterdam (Niederlande) 2009.
- [Fra12] Franke, J.; Lütteke, F.: Versatile autonomous transportation vehicle for highly flexible use in industrial applications. In: *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, Jg. 61 (2012), H. 1, S. 407-410.
- [Fre99] Freeman, F. G.; Mikulka, P. J.; Prinzel, L. J.; Scerbo, M. W.: Evaluation of an adaptive automation system using three EEG indices with a visual tracking task. In: *Biological psychology*, Jg. 50 (1999), H. 1, S. 61-76.
- [Gan13] Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Hrsg.: Dieter Spath, Fraunhofer Verlag, Stuttgart 2013.
- [Gol99] Golightly, D.; Hone, K. S.; Ritter, F. E.: Speech interaction can support problem solving. *Proceedings of IFIP TC.13 International Conference on Human-Computer Interaction*, IOS Press, Amsterdam (Niederlande) 1999, S. 149-155.
- [Hoe15] Hoetjes, M.; Krahmer, E.; Swerts, M.: On what happens in speech and gesture when communication is unsuccessful. In: *Speech Communication*, Jg. 72 (2015), S. 160-175.
- [Jen02] Jensen, O.; Tesche, C. D.: Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. In: *European Journal of Neuroscience*, Jg. 15 (2002), H. 8, S. 1395-1399.

- [Kli93] Klimesch, W.; Schimke, H.; Pfurtscheller, G.: Alpha frequency, cognitive load and memory performance. In: *Brain Topography*, Jg. 5 (1993), H. 3, S. 241-251.
- [Kli05] Klimesch, W.; Schack, B.; Sauseng, P.: The functional significance of theta and upper alpha oscillations. In: *Experimental Psychology*, Jg. 52 (2005), H. 2, S. 99-108.
- [Lee01b] Lee, A.; Kawahara, T.; Shikano, K.: Julius – an open source realtime large vocabulary recognition engine. In: *Proceedings of EUROSPEECH 2001, Aalborg (Dänemark) 2001*, S. 1691-1694.
- [Lee09] Lee, A.; Kawahara, T.: Recent Development of Open-Source Speech Recognition Engine Julius. In: *Proceedings of APSIPA ASC 2009: Asia-Pacific Signal and Information Processing Association, 2009 Annual Summit and Conference, Sapporo (Japan) 2009*, S. 131-137.
- [Lor16] Lorsch, S.; Dohrmann, L.; Podszus, F.; Overmeyer, L.: Interaktion per Sprache und Geste – Kostengünstiger Einsatz eines neuen Bedienkonzepts für FTF. In: *Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH*, 56. Jg. (2016), H. 5, S. 26-28.
- [Mec92] Mecklinger, A.; Kramer, A. F.; Strayer, D. L.: Event related potentials and EEG components in a semantic memory search task. In: *Psychophysiology*, Jg. 29 (1992), S. 104-119.
- [Oha77] O'Hanlon, J. F.; Royal, J. W.; Beatty, J.: EEG theta regulation and radar vigilance performance of professional radar operators and air traffic controllers under laboratory and controlled field conditions. In: *Beatty, J.; Legewie, H. (Hrsg.), Biofeedback and Behavior*, Plenum, New York (USA) 1977, S. 147-165.
- [Oha79] O'Hanlon, J. F.; Beatty, J.: Concurrence of electroencephalographic and performance changes during a simulated radar watch and some implications for the arousal theory of vigilance. In: *Mackie, R. R. (Hrsg.), Vigilance: Theory, Operational Performance, and Physiological Correlates*, Plenum, New York (USA) 1979, S. 189-201.
- [Ove15] Overmeyer, L.; Dohrmann, L.; Eilert, B.; Kleinert, S.; Podszus, F.: Intelligente Flurförderzeuge durch die Implementierung kognitiver Systeme. In: *Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T. und Hompel, M. ten (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Produktion, Automatisierung und Logistik*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg 2015, S. 1-32.

- [Ove16] Overmeyer, L.; Podszus, F.; Dohrmann, L.: Multimodal speech and gesture control of AGVs, including EEG-based measurements of cognitive workload. In: CIRP Annals – Manufacturing Technology, Jg. 65 (2016), H. 1, S. 425-428.
- [Pod15] Podszus, F.; Overmeyer, L.: Kognitive, multimodale Sprachsteuerung für fahrerlose Transportfahrzeuge. In: Tagungsband zum 24. Deutschen Materialfluss-Kongress, VDI-Verlag, Düsseldorf 2015, S. 155-167.
- [Pod17] Podszus, F.: Kognitive, dezentrale Sprachsteuerung von autonom agierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2017, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2017.
- [Ray90] Ray, W.: The electrocortical system. In: Cacioppo, J. T.; Tassinari, L. G. (Hrsg.), Principles of Psychophysiology: Physical, Social and Interferential Elements. Cambridge University Press, 1990, S. 385-412.
- [Röh03] Röhm, D.; Haider, H.; Klimesch, W.: Gehirnoszillationen und Sprache: EEG-Bandpowerveränderungen bei Sprachverarbeitungsprozessen. In: Müller, H. M.; Rickheit, G. (Hrsg.): Neurokognition der Sprache. Stauffenburg Verlag, Tübingen 2003, S. 259-286.
- [Sch95] Schukat-Talamazzini, E. G.: Automatische Spracherkennung-Grundlagen, statistische Modelle und effiziente Algorithmen. Künstliche Intelligenz, Vieweg, Braunschweig 1995.
- [Sch04] Schorn, H.-J.: Sprachsteuerung in industrieller Umgebung – Einsatzgebiete und Grenzen von Voice-Control-Lösungen im Maschinenumfeld. In: A&D-Vorsprung Automation, publish-industry Verlag, Februar 2004, S. 40-43.
- [Sch10b] Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H.: Arbeitswissenschaft. 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2010.
- [Sch12] Schmidt, T.; Klein, N.: The Performance of Decentral Control Strategies in Material Handling Systems. In: Bundesvereinigung Logistik (Hrsg.): 6th International Scientific Symposium on Logistics. DVV Media Group GmbH, 2012.
- [Sch13a] Schwarz, C. et al.: Selbstgesteuerte Fahrerlose Transportsysteme. Logistics Journal, o. Jg. (2013), S. 1-8.

- [Sim14] Simons-Morton, B.; Guo, F.; Klauer, S. G.; Ehsani, J. P.; Pradhan, A. K.: Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. In: The Journal of Adolescent Health: Official Publication of the Society for Adolescent Medicine, Jg. 54 (2014), S. 61-67.
- [Sta14] Standke, W.: Statistik Arbeitsunfallgeschehen 2013. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) Spitzenverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften und der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand, München, Dezember 2014.
- [Str15a] Strayer, D. L. et al.: The Smartphone and the Driver's Cognitive Workload: A Comparison of Apple, Google, and Microsoft's Intelligent Personal Assistants. AAA Foundation for Traffic Safety, 2015.
- [Str15b] Strayer, D. L. et al.: Measuring Cognitive Distraction in the Automobile III: A Comparison of Ten 2015 In-Vehicle Information Systems. AAA Foundation for Traffic Safety, 2015.
- [Tre14] Trenkle, A.; Rappl, J.; Grebe, M.; Furmans, K.: FiFi – Robuste Personenerkennung gestengesteuerter Fahrzeuge in der Intralogistik. In: Logistics Journal, o. Jg. (2014), S. 1-8.
- [Ull14] Ullrich, G.: Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung, Fortschritte der Robotik, 2. Aufl., Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden 2014.
- [Vdm17] VDMA: Produktionsvolumen der Fördertechnik- und Intralogistikbranche in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2017 (in Milliarden Euro). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/420777/umfrage/umsatz-in-der-intralogistikbranche-in-deutschland/> (zugegriffen am 06.09.18 10:31).
- [Vox16] VoxForge, url: <http://www.voxforge.org/de/Downloads>, 12.08.2016.
- [Züh12] Zühlke, D.: Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen – Useware-Engineering für technische Systeme. 2. Aufl., Springer, Heidelberg 2012.

C1

Blockchain

Blockchain-Anwendungen in der Logistik

Blockchain und Logistik

Technologie der Blockchain

- Generische Eigenschaften eines Blockchain-Protokolls
- Übertragung der Blockchain-Fähigkeiten auf die Logistik
- Dokumenten-Blockchains
- Smart Monitoring
- Prozessesteuerung mit Hilfe von Smart Contracts

Fazit

Literatur

Blockchain-Anwendungen in der Logistik

Prof. Dr. Otto Jockel, International School of Management (ISM), Köln

Der Ursprung des Begriffs „Blockchain“ ist dem als Erfinder des Bitcoins geltenden Satoshi Nakamoto (Pseudonym) zuzuordnen. In dessen 2008 veröffentlichtem Grundsatzpapier (White Paper) beschreibt er ein neues Zahlungssystem, das auf einer Verschlüsselungstechnik basiert, die er später „Blockchain“ nannte [1, 2]. In der Blockchain-Technologie wird, nicht zuletzt durch Nakamoto selbst, das Potential vermutet, bestehende Geschäftsmodelle in Frage zu stellen [1, 3–5]. So wird es zum Beispiel für möglich gehalten, dass die Blockchain Banken und andere Finanzintermediäre komplett ersetzen kann [3]. Aktuelle Forschungsvorhaben beschäftigen sich vor diesem Hintergrund mit möglichen Anwendungen der Blockchain-Technologie im Finanzmanagement sowie der Verwendbarkeit von Kryptowährungen [6] [7, 8].

Dass die Blockchain-Technologie innerhalb eines sehr breiten Spektrums von Managementprozessen anwendbar ist, postuliert William Mogayar [9]. Aufgrund ihrer Eigenschaften sieht er in der Blockchain-Technologie eine Innovation, deren disruptives Potential viele existierende Business Modelle in Frage stellen wird. Auch geht er davon aus, dass eine dahingehende Entwicklung unaufhaltsam ist [9].

Auch die Einsatzmöglichkeiten der Blockchain Technologie im Rahmen des Logistik- und Supply Chain Managements werden zunehmend thematisiert [10–12].

Blockchain und Logistik

Verschiedene Autoren sehen grundsätzliche Potentiale im Einsatz von Blockchains in der Supply Chain [13, 10, 14, 15] und prognostizieren teils sogar die disruptive Kraft [14–16]. Fundierte Erkenntnisse sind jedoch noch rar. So wird in der Blockchain Technologie zum Beispiel ein neues Tool gesehen, um den sicheren Datenaustausch zwischen Supply Chain Partnern zu gewährleisten [17, 15]. Howells sieht in diesem Zusammenhang die Blockchain als ergänzende Technologie zu Cloud Computing, Big Data Analytics und dem Internet of Things (IoT), um die Rückverfolgbarkeit (track & trace) und Sicherheit von physischen Prozessen zu ermöglichen [15]. Casey hingegen postuliert den Einsatz von Blockchains in Verbindung mit IoT Anwendungen, um Supply Chains transparenter und flexibler zu gestalten. Die Fähigkeit, frühzeitig auf unvorhergesehene „Events“ in Supply Chain Prozessen reagieren zu können würde letztendlich zu agileren Supply Chains führen [14]. Die Supply Chain Experten von Deloitte erkennen ebenfalls diese Möglichkeiten und ergänzen sie noch mit der Compliance Fähigkeit von blockchainbasiertem Prozessmanagement. Sie untermauern ihre Thesen mit Fallstudien aus den Bereichen Automotive, Pharma, und Lebensmittelherstellung [18]. Peters et al.

sehen neben dem Potential zur Sendungsrückverfolgung durch den Einsatz eines Blockchain gestützten Frachtenmanagements die Möglichkeit, dass Sendungen bzw. Frachten sich zukünftig selbst steuern. Sie verweisen in diesem Zusammenhang auf kürzlich begonnene Projekte mit mehreren europäischen Partnern [19]. Anwendungspotentiale der Blockchain werden auch im Rahmen des Produktionsmanagements vermutet, insbesondere im Rahmen des hiermit verbundenen Qualitätsmanagements. Block et al. beschreiben in diesem Zusammenhang den Einsatz eines produktionsnahen Computer Aided Quality (CAQ) Systems als Anwendungsszenario für die Blockchain. Durch die sichere und manipulationsfreie Speicherung relevanter Qualitätsdaten in der Blockchain können alle Supply Chain Partner standortunabhängig auf diese zugreifen. So könnte ein autonomes Qualitätsmanagementsystem entstehen [20].

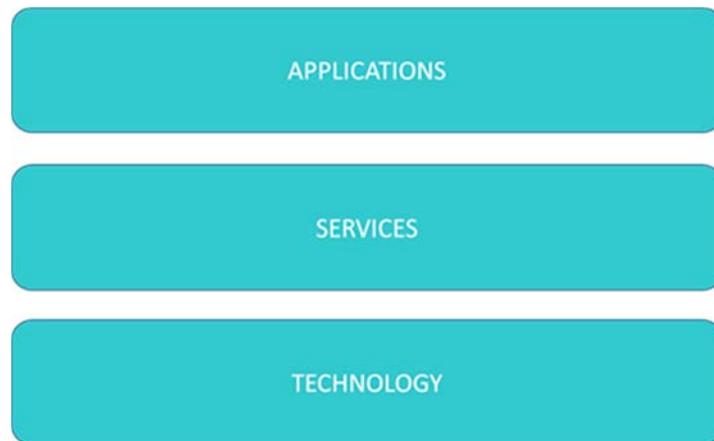


Bild 1: Blockchain stack

Eine zunehmende Anzahl von Pressemitteilungen zu begonnenen Blockchain-Projekten mit Bezug zu Logistik und Supply Chain Management lässt auf eine steigende Anzahl sogenannter „Use Cases“ schließen, in denen der Einsatz dieser Technologie unter Beweis gestellt werden wird. So hat zum Beispiel Samsung vor kurzen angekündigt, Blockchains im Rahmen der Transportsteuerung einzusetzen. Man erhofft sich hierdurch eine flexiblere Transportsteuerung, die letztendlich zu einer Reduktion der Transportkosten um bis zu 20 Prozent führen soll [21]. Für große Aufmerksamkeit sorgte vor Kurzem auch die Ankündigung eines Joint Ventures zwischen IBM und der Reederei Maersk, das mit dem Ziel geschlossen werden soll, durch die Nutzung von Blockchain-Technologie effizientere und sicherere Methoden für den globalen Handel anzubieten [22]. Zur Zeit existieren viele Blockchain-Projekte mit Bezug zur Logistik bzw. dem Supply Chain Management. Eine Zusammenfassung aktueller Projekte und deren Fokus findet man in diesem Zusammenhang zum Beispiel bei Junge et al [23].

Ziel dieses Artikels ist es, auf Basis des Verständnisses der generischen Eigenschaften (Services) der Blockchain-Technologie und schon bekannten Applikationen Rückschlüs-

se auf deren Verwendbarkeit in der Logistik zu ziehen und somit gleichermaßen einen Rahmen für zukünftige Forschungsvorhaben in diesem Zusammenhang abzustecken. Abb. 1 verdeutlicht hierzu die unterschiedlichen Verständnisebenen und dient im Folgenden als grobe inhaltliche Gliederung.

Technologie der Blockchain

Die heutige Blockchain-Architektur mit dem dahinterliegenden Protokoll basiert auf einer Vielzahl schon seit einiger Zeit eingesetzter Verschlüsselungstechniken, deren Kombination und Systematisierung die eigentliche Innovation ausmacht [2]. Im Wesentlichen kann man eine Blockchain als eine verteilte Datenbank betrachten. Im Unterschied zu herkömmlichen Datenbanken sind die Daten nicht nur auf einer oder wenigen Maschinen verteilt, sondern liegen bei allen Teilnehmern. Sie unterliegen keiner zentralen Verwaltung und Kontrolle. Man bezeichnet diese Form der Datenorganisation daher auch als „Distributed Ledger“.

Zickert und Honsel [24] beschreiben die Funktionsweise der Blockchain (Bild 2) wie folgt:

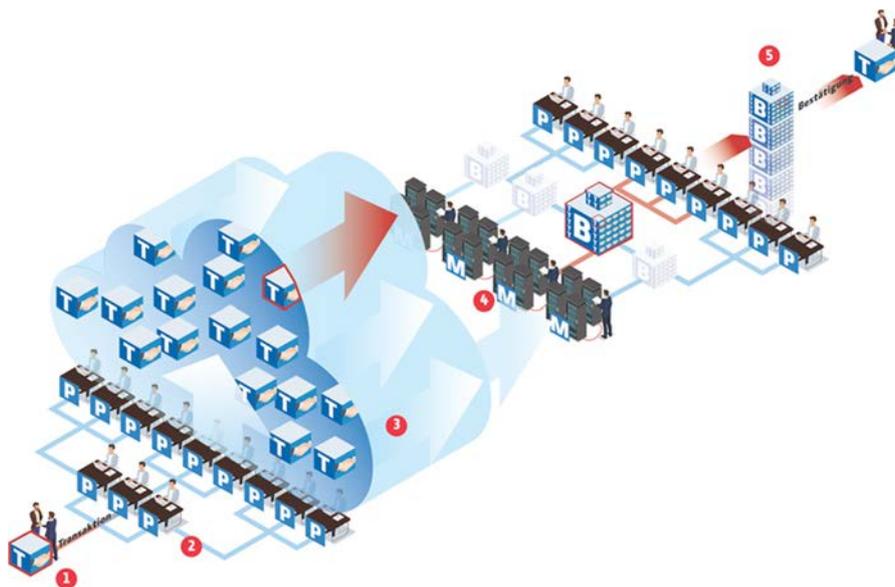


Bild 2: Funktionsweise der Blockchain [24]

1. Eine Transaktion zwischen zwei Teilnehmern wird angestoßen und mit dem privaten (geheimen) Schlüssel des Auftraggebers signiert. Bei der Transaktion kann es sich um eine Überweisung von Geld, ein Dokument oder einen „Smart Contract“ handeln.
2. Die Transaktion wird nach dem Schneeballprinzip an die anderen Netzwerkknoten verteilt („Peers“).

3. Die Peers machen zunächst nichts anderes, als die formale Korrektheit der Transaktion zu überprüfen – beispielsweise ob Schlüssel und Absender übereinstimmen. Bei Smart Contracts berechnen sie auch, ob die Vertragsbedingungen erfüllt sind. Dann speisen sie die schwebenden Transaktionen in eine Art Warteraum ein – hier als Wolke dargestellt.
4. Miner (besonders leistungsstarke Knoten) fischen sich die schwebenden Transaktionen aus der Wolke und überprüfen, ob sie zu der bisherigen Blockchain passen. Anschließend fügen sie die Transaktionen zu Blocks zusammen. Dabei benutzen sie einen sogenannten Merkle Tree (Bild3).
5. Der Miner, der zuerst einen neuen Block erzeugt hat, schickt ihn an die anderen Peers. Diese hängen ihn an die bestehende Blockchain an. Alle weiteren Blöcke, die andere Miner zu spät erzeugt haben, werden verworfen. Ist eine Transaktion in einen Block eingebaut worden, erhalten Absender und Empfänger eine entsprechende Bestätigung.

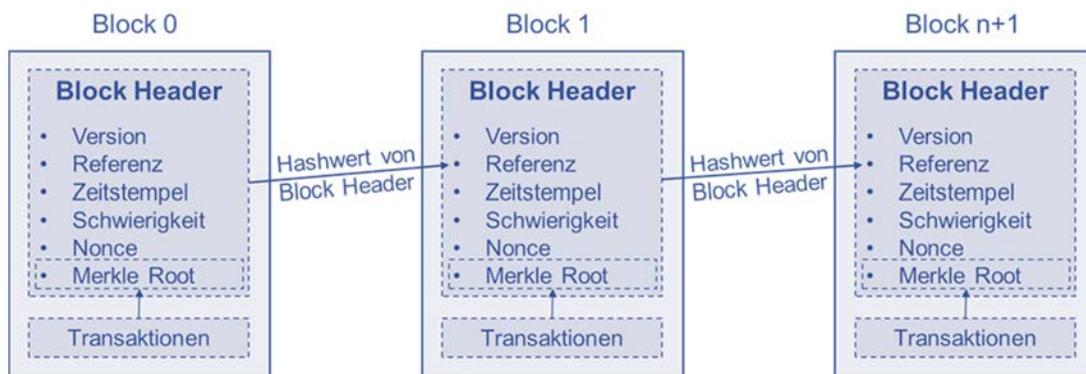


Bild 3: Manipulationssicher in der Blockchain [25]

Zwei Sicherheitsmechanismen schützen die Blockchain vor Manipulation. Zum einen wird pro Block mittels sogenannter Merkle Trees eine Prüfsumme, auch Hashwert genannt, generiert. Der Hashwert eines vorhergehenden Blocks wird im nachfolgenden Block abgelegt (siehe Bild 3). Sollten Daten in den Blöcken manipuliert werden, stimmt der Hashwert nicht mehr, was alle Knoten leicht überprüfen können. Zum anderen muss zur Entstehung eines Blocks durch einen Miner der sogenannte Nonce erzeugt werden. Hierbei handelt es sich um das Ergebnis einer zu lösenden kryptografischen Aufgabe, deren Schwierigkeit mit steigender Rechenleistung im Netz automatisch angepasst wird. Berechnete Transaktionsblöcke und Prüfsummen müssen erneut von den Teilnehmern der Blockchain bestätigt werden, wofür jedoch im Vergleich zum Erzeugen der Nonce nur ein Bruchteil der Rechenleistung benötigt wird. Erst wenn mehr als die Hälfte der Knoten einen solchen Block bestätigt hat, besteht ein Konsens und der Block gilt als korrekt [11, 24]. Das Schreiben eines Blocks in diesem auch „Proof of Work“ genann-

ten Verfahren ist mit einer „Belohnung“ verbunden (z. B. Coins). Die Teilnehmer einer Blockchain bestimmen im Wettbewerb untereinander, wer einen Block bilden darf. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass es große Rechnerkapazitäten und somit viel Energie in Anspruch nimmt. Aus diesem Grund kommen auch andere Verfahren zum Einsatz, wie z. B. das „Proof of Stake“ Verfahren. Dabei bildet nicht mehr die Partei mit dem schnellsten Rechner einen Block, sondern die mit den höchsten Anteilen an einer Blockchain. Die Logik dahinter ist, dass diese Partei den geringsten Anreiz hat, die Blockchain durch gefälschte Transaktionen zu korrumpieren. Die kryptographischen Rechenaufgaben können somit einfacher ausfallen, was wiederum Rechnerkapazität, Energie und Zeit sparen würde [11].

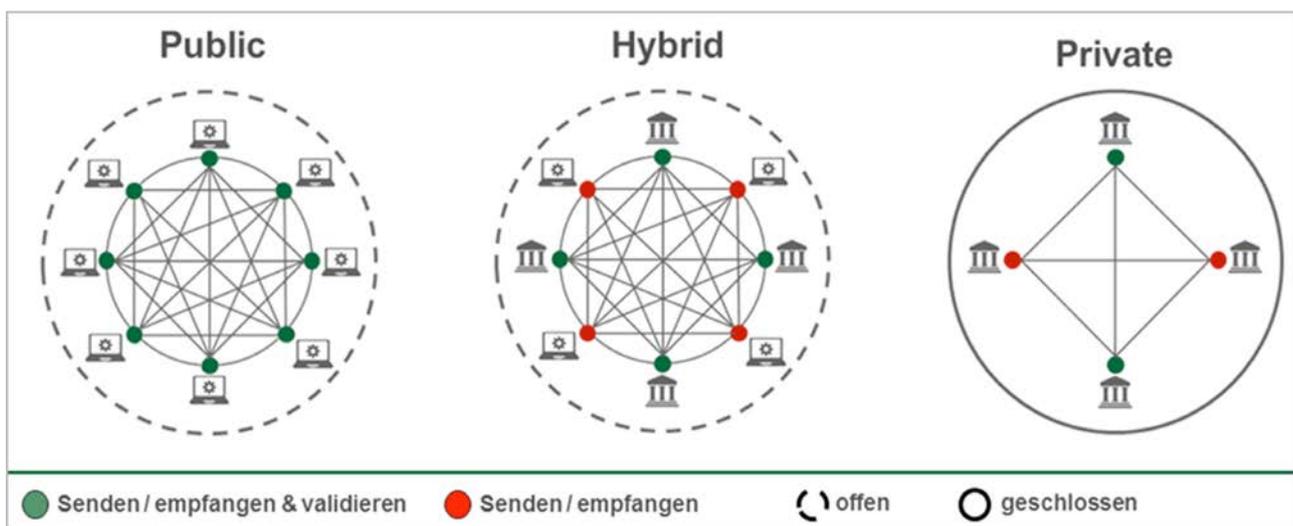


Bild 4: Private und öffentliche Blockchains [26]

Blockchains können je nach Einsatzzweck in unterschiedlichen Ausprägungen betrieben werden (Bild 4). So gibt es geschlossene private und öffentliche Netze. Außerdem gibt es Netze, in denen alle Knoten gleichberechtigt lesen und schreiben dürfen („permissionless“), und solche, in denen einige Knoten nur lesen dürfen („permissioned“). Bitcoin etwa ist ein offenes genehmigungsloses Netz, Ripple ein öffentliches Permissioned-Netz und Hyperledger Fabric ein privates Permissioned-Netz. Je mehr

Kontrolle es über die einzelnen Knoten gibt, desto schlanker kann der Proof of Work ausfallen. Andererseits bekommt dadurch eine zentrale Instanz auch mehr Macht [24]. Da das Betreiben einer Public Blockchain heute aus unterschiedlichen Gründen meist nicht produktiv für den Unternehmenseinsatz geeignet ist (z. B. aufgrund höherer Kosten für die Validierung von Transaktionen, langsamerer Transaktionsgeschwindigkeit, geringerem Datenschutz), werden von etablierten Unternehmen heute überwiegend private Blockchains implementiert bzw. deren Implementierung in Erwägung gezogen [16].

Generische Eigenschaften eines Blockchain-Protokolls

Die Blockchain-Technologie bietet neue Möglichkeiten um Vertrauen zwischen den Beteiligten eines Blockchain-Netzwerks herzustellen ohne hierbei eine zentrale Vertrauensinstanz, wie zum Beispiel einer Bank oder einer Behörde, zu schaffen. Basierend auf den zuvor schon beschriebenen Konsensverfahren wird sichergestellt, dass Transaktionen unabänderbar und somit auch unmanipulierbar werden. Da jede Transaktion in der Blockchain mit einem Zeitstempel versehen ist (*time stamping*), wird sie für die Beteiligten bzw. Berechtigten zudem jederzeit nachvollziehbar. Dies führt zu einigen grundlegenden Fähigkeiten der Blockchain.

Sie ermöglicht eine vertrauenswürdige Authentizitätsfeststellung von Objekten (*Proof of Authenticity*), z. B. anhand physikalisch unklonbarer Funktionen (PUF) oder RFID-Tags. Das Blockchain-Protokoll gleicht hierbei gemessene PUFs mit hinterlegten PUFs ab und überprüft so deren Echtheit. Voraussetzung hierfür ist nur die eindeutige Identifikation z. B. anhand einer Seriennummer bei Objekten. Auch Zero-Knowledge-Verfahren können etwa bei personenbezogenen Daten zu einer Authentifizierung über eine Blockchain genutzt werden [27]. Der Vorteil der Echtheitsprüfung durch eine Blockchain-Anwendung liegt hierbei in ihrer Unmittelbarkeit, also darin, dass sie ohne zentrale Instanzen auskommt und dabei gleichzeitig sicher und für menschliche Nutzer aussagekräftig ist. Diese drei Anforderungen gleichzeitig zu erfüllen ist auch als Zooko's Dreieck bekannt [28] und galt vor der Blockchain als unlösbares Problem. Dies wiederum führt zu weiteren grundlegenden Funktionen und Anwendungen der Blockchain, wie dem Nachweis des Eigentums (*Proof of Ownership*) und dem Nachweis von Vermögenswerten (*Proof of Asset*), womit unbürokratische und direkte Eigentumsüberträge und Zahlungen ermöglicht werden.

Die zuvor beschriebenen Eigenschaften werden ergänzt durch sogenannte *Smart Contracts*. Dies sind computerbasierte Transaktionsprotokolle, welche einen definierten vertraglichen Sachverhalt oder Ablauf abbilden und automatisiert ausführen können [29]. Implementiert in eine Blockchain können so automatisiert Entscheidungen getroffen werden, wenn hinterlegte Konditionen erfüllt sind. Hierbei können auch externe Informationen als Input verwendet werden [10].

Übertragung der Blockchain-Fähigkeiten auf die Logistik

Dokumenten-Blockchains

Dokumenten-Blockchains ermöglichen es, Dokumente unternehmensübergreifend sicher zu übertragen und zu speichern. Teilnehmer der Dokumenten-Blockchain können Dokumente lesen bzw. schreiben oder ändern, je nach Berechtigung. Hierbei entspricht jedes Anlegen bzw. jede Änderung einer Blockchain-Transaktion, durch die der Entste-

hungsverlauf, das Entstehungs- und Veränderungsdatum, die Ersteller eines Dokuments festgehalten werden und dessen Echtheit und Unmanipuliertheit jederzeit nachweisbar ist.

Die Anwendbarkeit von Dokumenten-Blockchains ist leicht vorstellbar für die Bereiche der Logistik und des Supply Chain Managements, in denen heute noch Papier bedruckt wird. Dies ist heute noch in vielen überbetrieblichen Prozessen der Fall, insbesondere im Transportmanagement. Werden gebrochene Transporte nicht innerhalb eines Unternehmensnetzwerks durchgeführt, sondern über mehrere Frachtführer bzw. Transportmodi hinweg, ist elektronischer Dokumentenfluss per EDI in vielen Fällen nicht möglich und erfordert daher zeitraubende manuelle Administration. Die Nutzung von Dokumenten-Blockchains eignet sich zur Erstellung und Weitergabe von Frachtbriefen und frachtbegleitender Dokumentation. Diese schließt insbesondere die Erstellung und Weitergabe begehbbarer Dokumente, wie z. B. Konnossemente ein.

Smart Monitoring

Smart Monitoring bezieht sich auf die Verknüpfung eines Blockchain-Protokolls mit einem Objekt. In einer Logistikkette oder Supply Chain kann diese auf Item-Level, SKU-Level oder auch Sendungslevel stattfinden. Die Verknüpfung kann unter Verwendung vorhandener Identifikationstechnik (z. B. Barcode, QR, NFC) über ein ERP System oder ein internetfähiges Lesegerät hergestellt werden. Hierbei können logistische Daten, wie Sendungsgröße, Gewicht, Artikelanzahl, etc. und Daten, die über zusätzliche Sensorik erfasst werden, in der Blockchain abgelegt werden (Bild 5).

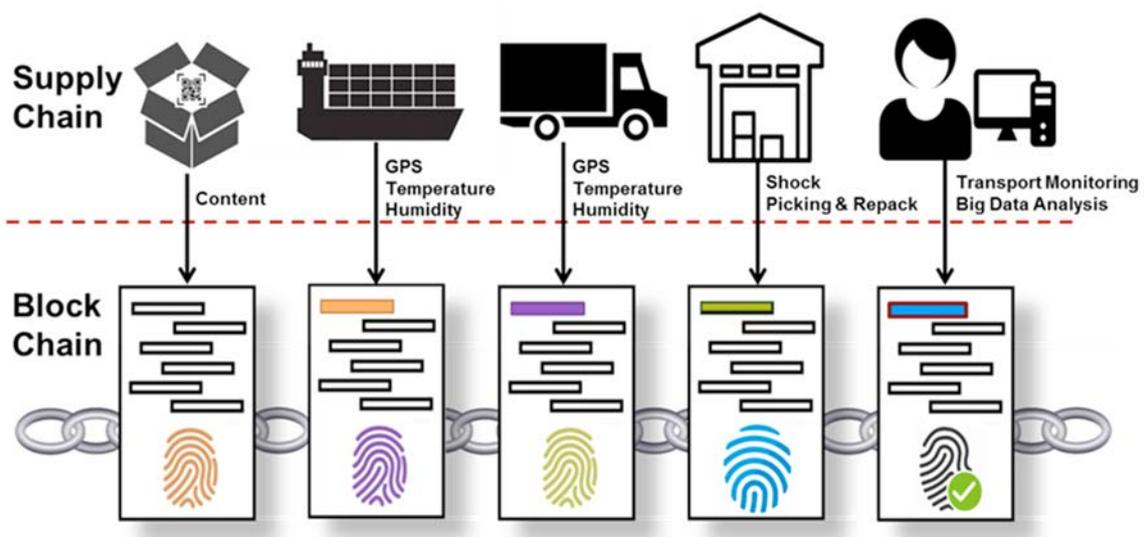


Bild 5: Smart Monitoring [30]

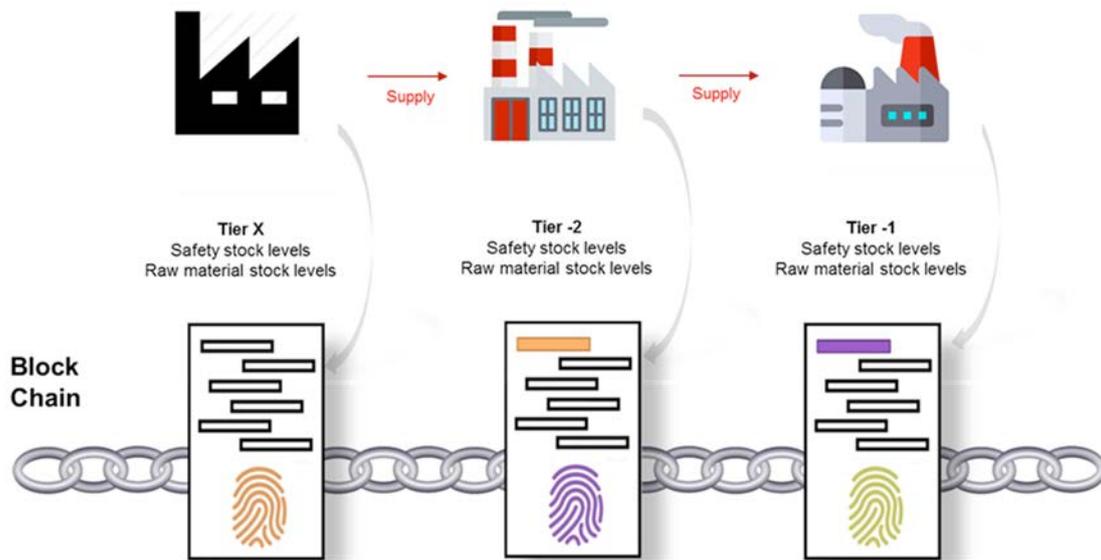


Bild 6: Inventory Management mit Blockchain [30]

Tracking und Tracing ist in dieser Hinsicht zwar keine Neuheit. Jedoch liegt der Vorteil des blockchainbasierten Trackings in seiner Unmittelbarkeit und ermöglicht somit unternehmensübergreifendes Tracking und Tracing in Echtzeit. Im Rahmen der zuvor schon beschriebenen Authentifizierungseigenschaft eines Blockchain-Protokolls wird in Verbindung mit entsprechender Identifikationstechnik auch eine leicht implementierbare Echtheitsprüfung von Objekten möglich. Dies ist insbesondere für eine fälschungssichere Gestaltung von Supply Chains relevant. Auch das Monitoring von Beständen über eine gesamte Supply Chain ist in diesem Zusammenhang vorstellbar (Bild 6).

Eine besondere Rolle wird in dieser Hinsicht Blockchain-Protokollen in Verbindung mit dem Internet of Things (IoT) vorhergesagt [16, 10]. Sie könnten die Lösung für die Herstellung der Interoperabilität zwischen IoT Objekten darstellen.

Prozessesteuerung mit Hilfe von Smart Contracts

Die zuvor beschriebenen Eigenschaften von Blockchains, insbesondere der *Smart Contracts*, ermöglichen grundsätzlich eine Autonomisierung und damit eine Beschleunigung unternehmensübergreifender Informations- und Warenflussprozesse. Ein entsprechender Impuls signalisiert hierbei den Abschluss eines Prozesses und setzt aufgrund dessen den nächsten Prozess in Gang. Die entsprechende Beziehung zwischen den Prozessen und die Bedingungen, unter welchen der nächste Prozess in Gang gesetzt werden kann, wird im entsprechenden Blockchain-Protokoll hinterlegt. Nach dem Vorbild ereignisgesteuerter Prozessketten können hierbei auch Prozessalternativen hinterlegt werden. Wie schon zuvor, wird eine blockchaingestützte Prozessesteuerung vor allem unternehmensübergreifende Prozesse beschleunigen und diese auch kostengünstiger machen.

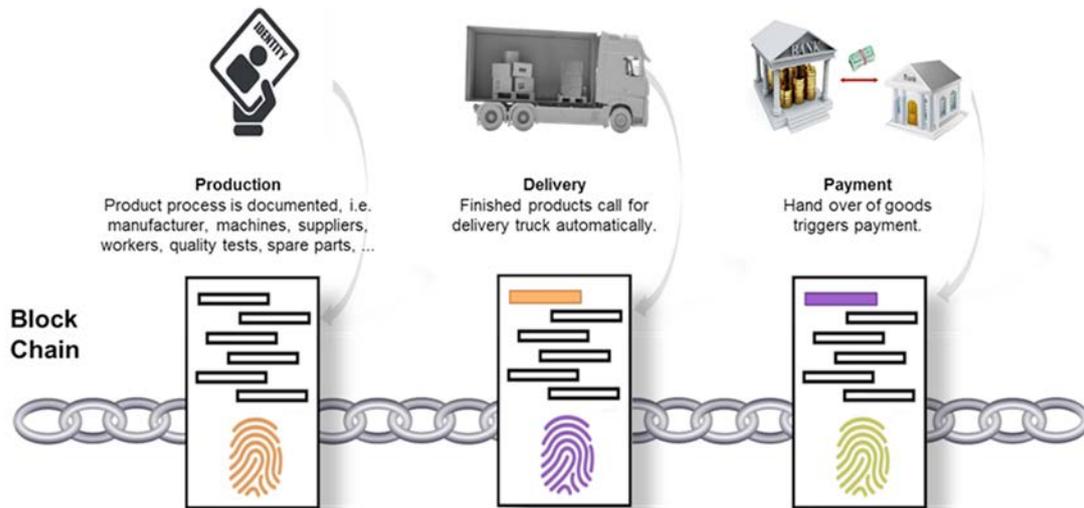


Bild 7: Smart Contracts in der Logistik [30]

Die Benutzung von *Smart Contracts* unterstützt die indirekte Steuerung von Objekten durch die Automatisierung von Steuerungsprozessen und ermöglicht die direkte Steuerung von Objekten, wenn diese direkt mit Internet verbunden sind. Nicht zuletzt können durch die Hinterlegung entsprechender Wenn-Dann-Beziehungen im Blockchain-Protokoll Zahlungen ausgelöst werden. Dies würde sowohl die Einhaltung vereinbarter Zahlungsziele manifestieren, als auch den administrativen Aufwand für Frachtabrechnungen senken.

Fazit

Anwendungen der Blockchain-Technologie, die über das Schöpfen und Transferieren von Cryptowährungen hinausgehen, stehen noch am Anfang ihrer Entwicklung. Gleichwohl steigt die Anzahl der begonnenen Projekte und sogenannter Use Cases stetig, insbesondere im Rahmen des Logistik bzw. Supply Chain Managements. Neben den Funktionalitäten „Payment“ und „Dokumentenmanagement“ wird zukünftig die autonome Steuerung von Prozessen mittels sogenannter „Smart Contracts“ im Fokus stehen. Forschungsansätze in diesem Zusammenhang könnten auf den allseits vermuteten Eigenschaften der Blockchain im Rahmen des Logistik/Supply Chain Managements basieren. Nach Auffassung des Autors stehen hierbei folgende Thesen im Vordergrund:

These 1: Mittels Blockchain-Technologie lässt sich insbesondere die überbetriebliche Zusammenarbeit in Supply Chains sicherer gestalten.

These 2: Mittels Blockchain- Technologie lassen sich Logistik / Supply Chain Prozesse automatisieren und somit effektiver gestalten.

These 3: Mittels Blockchain-Technologie lassen sich die Transaktionskosten in Supply Chains senken.

Literatur

1. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Skwarek V. Was ist Blockchain – Strategien und Möglichkeiten. In: TeleTrust – Bundesverband IT-Sicherheit e.V. (Hrsg.). TeleTrust-Informationstag "Blockchain", 13.07.2017: 7–13
3. Beck R, Becker C, Lindman J, Rossi M. Opportunities and Risks of Blockchain Technologies (Dagstuhl Seminar 17132) 2017
4. Howells R. Transforming Your Business Through A Digital Supply Chain Of One. Digitalist Magazin 2018
5. Coppola F. Outsmarting Smart Contracts. GDI Impuls 2016: 44–49
6. Coyne JG, McMickle PL. Can Blockchains Serve an Accounting Purpose? Journal of Emerging Technologies in Accounting 2017; 14: 101–111
7. Dai J, Vasarhelyi MA. Toward Blockchain-Based Accounting and Assurance. Journal of Information Systems 2017; 31: 5–21
8. Burelli, F., John, M., Cenci, E., Otten, J., Courtneidge, R., and Clarence-Smith, C. Blockchain and Financial Services: Industry Snapshot and Possible Future Developments, 2015
9. Mougayar W. The business blockchain. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2016
10. Schlatt V, Schweizer A, Fridgen G, Urbach N. Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Bayreuth, 2016
11. Baumann C, Dehning O, Hühnlein D, et al. TeleTrust-Positionspapier "Blockchain"
12. Korpela K, Hallikas J, Dahlberg T. Digital Supply Chain Transformation toward Blockchain Integration
13. Omran Y, Henke M, Heines R, Hofmann E. Blockchain-driven supply chain finance: Towards a conceptual framework from a buyer perspective. St. Gallen
14. Casey MJ, Wong P. Global Supply Chains Are About to Get Better, Thanks to Blockchain. Harvard Business Review 2017

15. Howells, R. Transforming your business through a digital supply chain of one. <http://www.digitalistmag.com/digital-supply-networks/2018/04/19/transforming-business-through-digital-supply-chain-of-one-06093630> (letzter Zugriff am: 20.04.2018)
16. Tumasjan A. Blockchain-Technologie und das Internet of Things. *Industrie 4.0 Management* 2018; 2: 29–32
17. Blockchain und Supply Chain – Liebe oder Zweckehe?
18. When two chains combine Supply chain meets blockchain, 2017
19. Petersen M, Hackius N, Kersten W. Blockchains für Produktion und Logistik. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 216; 111: 626–629
20. Block C, Kuhlenkötter B. Blockchain in der Produktion. *Industrie 4.0 Management* 218; 2: 21–24
21. Samsung jumps on blockchain bandwagon to manage its supply chain. *Business Times* 16.04.2018
22. Maersk und IBM bilden Joint Venture für Blockchain. <https://www-03.ibm.com/press/de/de/pressrelease/53611.wss> (letzter Zugriff am: 16.05.2018)
23. Junge AL, Grunow O, Straube F. Blockchain in der Logistik: Status quo und Anwendungsbereiche. *Industrie 4.0 Management* 2018; 2: 57–61
24. Zickert A, Honsel G. So entsteht eine Blockchain. *Technology Review* 2017: 74–75
25. Berentsen A, Schär F. Bitcoin, Blockchain und Kryptoassets. Norderstedt: BoD – Books on Demand, 15. Januar 2017
26. Franke U. Blockchain in Logistik und Supply Chain Management. In: Bundesvereinigung Logistik Regionalgruppe Rhein (Hrsg.). *Blockchain in der Logistik*, 22.02.2018: S. 13
27. Beutelspacher A, Schwenk J, Wolfenstetter K-D. Zero-Knowledge-Verfahren. In: Beutelspacher A, Schwenk J, Wolfenstetter K-D (Hrsg.). *Moderne Verfahren der Kryptographie*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2006: 36–64
28. Kaminsky, D. Spelunking the Triangle: Exploring Aaron Swartz's Take On Zooko's Triangle. <https://dankaminsky.com/2011/01/13/spelunk-tri/> (letzter Zugriff am: 15.05.2018)
29. Szabo N. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. *First Monday* 1997; 2
30. Franke U. BME-Trendseminar: Die Blockchain-Technologie in Einkauf/SCM. Berlin, 15.05.2018

C2

Baustelle Infrastruktur

Baustelle Infrastruktur

- 1. Überblick verschaffen**
- 2. Planung und Genehmigung beschleunigen**
- 3. Infrastrukturgesellschaft umsetzen**
- 4. Kommunale Verkehrsinfrastruktur ausbauen**
- 5. Erhaltung langfristig absichern**
- 6. Digitalisierung durchfinanzieren**
- 7. Nachhaltig investieren, ÖPP stärken**
- 8. Hafen- und Luftverkehrsstandort sichern**
- 9. Dem Fachkräftemangel entgegenwirken**
- 10. Investitionshochlauf langfristig sichern**

Baustelle Infrastruktur

Dr. Heike van Hoorn, Geschäftsführerin Deutsches Verkehrsforum

Verkehrsinfrastruktur sichert Wohlstand, Beschäftigung und Lebensqualität. Deutschland genießt hier international einen guten Ruf und belegte bei der Weltbank in diesem Jahr in punkto „Qualität der Transport- und IT-Infrastruktur“ erneut den ersten Platz. Doch Selbstzufriedenheit ist nicht angebracht. Eine Untersuchung des Instituts der deutschen Wirtschaft IW kommt zu dem Schluss, dass der Zustand der Infrastruktur die Wirtschaft stärker beeinträchtigt als noch vor fünf Jahren. Die Instandhaltungslücke von jährlich rund 7,2 Milliarden Euro, verursacht durch unterlassene Investitionen, konnte auch durch den Investitionshochlauf der Bundesregierung bisher nicht geschlossen werden. Immerhin wurde der weitere Verfall unserer Straßen, Schienen und Wasserwege gestoppt. In jüngster Zeit wird jedoch immer deutlicher: Geld ist nicht alles. Es fehlt an Personal in Planungs- und Genehmigungsbehörden. Zudem dauern die Verfahren für Baumaßnahmen viel zu lange. In der Gesamtschau heißt das: Es muss schneller geplant und gebaut UND langfristig optimal erhalten werden.

Vor vier Jahren hat das Deutsche Verkehrsforum ein umfassendes „Zukunftsprogramm Verkehrsinfrastruktur“ veröffentlicht, das unter den Oberbegriffen Transparenz herstellen, Mitteleinsatz optimieren, Finanzierung reformieren, Investitionen erhöhen den politischen Handlungsbedarf zusammenfasst. Einigen der Forderungen ist die Politik inzwischen nachgekommen: So wurden etwa die Investitionen auf hohem Niveau verstetigt, auch wurde der Fokus stärker auf den Substanzerhalt der Infrastruktur gelegt. Demgegenüber sind andere Aspekte wie der Mangel an Personal in den Ämtern und Behörden oder die Notwendigkeit des Ausbaus der digitalen Infrastruktur für eine zukunftsfähige Mobilität stärker in den Vordergrund gerückt. Die folgenden 10 Punkte sind dabei besonders wichtig.

1. Überblick verschaffen

Eine nachhaltige und zielgerichtete Investitionsstrategie im Verkehrssektor braucht genaue Informationen über den Zustand und die Leistungsfähigkeit der Verkehrswege. Nur so kann auf Basis eines politisch zu definierenden Qualitäts- und Verfügbarkeitsniveaus der Bedarf für Aus- und Neubau und damit auch der Finanzbedarf ermittelt werden.

Ein alle Netze umfassender Verkehrsinfrastrukturbericht muss dazu alle zwei Jahre die vorhandenen Informationen von Bund, Ländern und Kommunen zusammentragen und konsolidieren sowie Informationslücken abdecken. Ein solcher Bericht dient zum opti-

malen Einsatz knapper Finanzmittel, zur Erfolgskontrolle und zur Erhöhung der Transparenz.

Die Ergebnisse sollen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und die Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur auf Basis ausgewählter Qualitätsindikatoren dokumentiert (z. B. Ausfall- und Stauzeiten, Modernitätsgrad, Durchschnittsalter, Verkehrsmengen) werden. Damit werden Schwachstellen in den Verkehrsnetzen identifiziert, unter Bezug auf Verkehrsprognosen der Ausbesserungs- und Erweiterungsbedarf dargestellt, Ziele und Schwerpunkte für die kurzfristige Infrastrukturplanung definiert und dann den Finanzbedarf für ein festgelegtes Qualitätsniveau offengelegt. Schließlich müssen auch die verkehrliche Wirkung von Investitionen im Netz mess- und kontrollierbar gemacht sowie die Elemente der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung für die Schiene (wie z. B. der Infrastrukturzustandsbericht) als Vorbild genutzt und sinnvoll integriert werden.

2. Planung und Genehmigung beschleunigen

Gute Reformvorschläge für die Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren liegen bereits vor. Nun müssen die Maßnahmen zügig umgesetzt werden. Ganz besonders wichtig ist, Bürgerinnen und Bürger frühzeitig und angemessen an den Verfahren zu beteiligen. Dabei müssen die Interessen der direkt Betroffenen Vorrang gegenüber Verbandsklagen haben. Noch in dieser Legislaturperiode muss erreicht werden, dass Planungs- und Genehmigungsverfahren gestrafft und Doppelprüfungen vermieden werden. Zusätzlich müssen die öffentlichen Ressourcen aufgestockt werden, um eine Vorratsplanung zu ermöglichen und Planungsprozesse zügig abzuwickeln. Neben dem Planungspersonal der öffentlichen Hand müssen dafür auch private Planungs- und Ingenieurbüros eingesetzt werden dürfen. Um diese Ansätze finanziell zu unterfüttern, sind Mittel zur regelmäßigen Vorplanung von Projekten über Planungsfonds bereitzustellen. Ein gutes Beispiel dafür ist die zwischen dem Bund und der Deutsche Bahn AG getroffene Bedarfsplanumsetzungsvereinbarung. Sie schafft die notwendige Planungssicherheit für die Bundesschienenwege.

3. Infrastrukturgesellschaft umsetzen

Durch die aufgeteilte Verantwortung von Bund und Ländern für die Finanzierung und die Planung / Realisierung von Fernstraßenbauprojekten entstehen schon länger Ineffizienzen. Die bundesweit einheitliche Entwicklung und Modernisierung der Bundesfernstraßen wurde dadurch behindert. Ebenso waren ein effektives Controlling und notwendige Transparenz bei der Planung, Finanzierung und Realisierung der Bundesfernstraßen für den Bund selten oder unzureichend gegeben.

Um diese Defizite zu adressieren, wurde im Konsens zwischen Bund und Ländern eine Bundesfernstraßengesellschaft etabliert. Die im Grundgesetz verankerte Infrastrukturgesellschaft Autobahnen (IGA) ist ein wichtiger Teil der Lösung für mehr Effizienz bei der Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur.

Idealerweise sollte sich eine Infrastrukturgesellschaft im vollständigen staatlichen Eigentum befinden, privatrechtlich organisiert sowie für Bundesautobahnen – und mittelfristig ggfs. auch für Bundesstraßen – zuständig sein, für Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Erhalt aus einer Hand verantwortlich zeichnen, ihre Mittel effizient und mehrjährig zur Durchfinanzierung von Projekten einsetzen, auf Nutzerentgelte, Steuermittel und kurzfristige begrenzte Kredite zurückgreifen und privates Kapital auf Projektenebene mobilisieren können.

Viele Fehlentwicklungen bei der Verkehrsinfrastruktur liegen jedoch nicht nur in einer mangelnden zentralen und übergeordneten Steuerung und Koordinierung begründet, sondern auch in einer unzureichenden Planungssicherheit für alle Akteure. Die Einrichtung der IGA darf daher nicht alleine stehen, sondern muss von weiteren Reformen begleitet werden, so etwa von einer strikten Priorisierung der verfügbaren Bundesmittel für Projekte mit übergeordneter Bedeutung, einer bedarfsgerechten mehrjährigen Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur, einer ausreichenden Bereitstellung von Mitteln für die Planung, einer verstärkten Einbindung privaten Know-hows und Kapitals auf Projektenebene sowie einer besseren personellen Ausstattung der Planungsbehörden.

Es ist sehr zu begrüßen, dass sich Bund und Länder in einem langen Ringen schließlich auf die Gründung der Gesellschaft bis 2021 und eine entsprechende Grundgesetzänderung verständigt haben. Die IGA wird den Bau, die Planung und den Betrieb der Bundesautobahnen und eines Teils der Bundesstraßen zentral steuern. Damit wurde zwar ein Kompromiss geschlossen, der aber Potenzial für die Zukunft hat.

Für eine erfolgreiche Umsetzung sind noch viele Einzelheiten zu regeln, etwa bei der mehrjährigen Finanzierung, beim Personalübergang, beim Einsatz von Öffentlich-Privaten-Partnerschaften (ÖPP) sowie bei den Planungs- und Genehmigungsverfahren. Ebenso fehlt bislang ein aussagekräftiger Verkehrsinfrastrukturbericht. Kritisch kann vor allem der geplante schrittweise Übergang der Verantwortung von den Ländern auf den Bund bis spätestens 2021 werden. Hier besteht die Gefahr eines Umsetzungsvakuums. Planung, Instandhaltung, Betrieb und Ausbau der Autobahnen und Bundesstraßen müssen auch im Übergang fortgesetzt werden, ungeachtet dessen, wer formell hierfür die Verantwortung trägt. Damit die Fehler der Vergangenheit nicht fortgeschrieben werden erscheint es sinnvoll, dass die Gesellschaft mittelfristig einen direkten Zugriff auf Nutzerentgelte, Steuermittel und kurzfristig begrenzte Kredite erhält.

4. Kommunale Verkehrsinfrastruktur ausbauen

In den siebziger Jahren sind die Gemeinden mit einem Investitionsanteil von 35 Prozent an ihren Gesamtausgaben ein vorbildlicher Investor gewesen. Heute liegt dieser Anteil bei etwas über 10 Prozent. Die KfW schätzt den Investitionsstau der Kommunen auf rund 128 Milliarden Euro, davon rund 26 Prozent nachzuholende Verkehrsinfrastrukturinvestitionen. In der Bundesregierung ist der dringende Finanzierungsbedarf inzwischen angekommen. So sieht der Koalitionsvertrag eine Erhöhung der Mittel aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz bis auf eine Milliarde Euro im Jahr 2021 vor und eine anschließende Dynamisierung für Aus- und Neubaumaßnahmen. Wünschenswert wäre, dass die Mittel auch hier in Erhalt und Sanierung der Infrastruktur fließen könnten. Im Rahmen des Bund-Länder-Finanzausgleichs wurden auch die Finanzierungsinstrumente für die kommunale Verkehrsinfrastruktur verhandelt. Allerdings werden auslaufenden Entflechtungsmittel zwar ab 2019 durch zusätzliche Umsatzsteuerpunkte ausgeglichen werden, jedoch fehlt eine Zweckbindung für den Verkehrsbereich. Diese muss nun durch die Bundesländer freiwillig geleistet werden – gegen den Widerstand der jeweiligen Landesfinanzminister.

5. Erhaltung langfristig absichern

Im Fokus einer umfassenden Infrastrukturstrategie muss auch die langfristige Erhaltung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur stehen, so dass die Verkehrswege dauerhaft und in hoher Qualität verfügbar sind. Dazu gehört einerseits die bedarfsgerechte und planungssichere Finanzierung des Erhalts über mehrere Jahre, andererseits ein Baustellenmanagement, das eine hohe Verfügbarkeit der Infrastruktur garantiert. Mit der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung II (LuFV II) wurde diese Planungssicherheit für das Bestandsnetz der Bundesschienenwege vorbildlich hergestellt. Für die Jahre 2015 bis 2019 konnten gegenüber der LuFV I 14,3 Prozent mehr Mittel gesichert werden. Die mit dem Bund vereinbarten Qualitätsfaktoren sollen dabei den Anreiz schaffen, die Verfügbarkeit und Kapazität des Netzes hoch zu halten. Es ist richtig, dass der Bund im Rahmen der Daseinsvorsorge auch das Netz nicht-bundeseigener Eisenbahnen (NE-Bahnen) bei der Erhaltung unterstützt, soweit die Strecken eine Relevanz für den überregionalen Verkehr haben. Für die sogenannten NE-Netze mit Fernverkehrsrelevanz müssen die Erhaltungsmittel aus dem Schienengüterfernverkehrsnetzförderungsgesetz (SGFFG) fortgeschrieben werden. Auch die Bundesländer müssen sich stärker als bisher in die gesetzlich vorgesehene Ko-Finanzierung zum Erhalt der NE-Netze einbringen.

Mit der dritten Generation der LuFV sollen die Erkenntnisse aus dem „Runden Tisch Baustellenmanagement“ berücksichtigt und die Kundenauswirkungen von Baumaßnahmen reduziert werden. Das bedeutet, die Streckenverfügbarkeit trotz hoher Bautätigkeit zu optimieren. Die Verhandlungen über die LuFV III sollen Ende 2018/Anfang 2019

abgeschlossen werden, damit die LuFV III am 1. Januar 2020 in Kraft treten kann. Im Rahmen der Infrastrukturgesellschaft besteht nun die Chance, den Erhalt auch für die Bundesfernstraßen langfristig und transparent abzusichern.

6. Digitalisierung durchfinanzieren

Ein zentrales Instrument zur Erhöhung der Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes und zur optimalen Auslastung seiner Kapazität ist die Digitalisierung und Automatisierung.

Ein zentraler Schlüssel im Bahnbereich ist die Erneuerung der Leit- und Sicherungstechnik mit ETCS/ERTMS und Neu Pro. Für den Straßenverkehr muss ein solches System mit digitalen signierten Strecken- und Leitinformationen und Kommunikationskanälen zwischen den Verkehrsmitteln erst aufgebaut werden. Die notwendigen Investitionen in die Leit- und Sicherungstechnik (einschließlich fahrzeugseitiger Ausrüstung) sowie in den Digitalfunk müssen finanziell seitens der öffentlichen Hand unterstützt werden, um die Leistungsfähigkeit des Systems Schiene zu stärken. Der im Januar 2017 veröffentlichte europäische ETCS-Ausrüstungsplan stellt eine gute Grundlage dar. Danach sollen bis 2022 rund 2.500 km Streckennetz ausgerüstet werden, beginnend mit grenzüberschreitenden Streckenabschnitten. Ziel ist es, mit der Ausrüstung des Netzes möglichst schnell Korridore zu verbinden. In einem nächsten Schritt sind digitale Stellwerke in der Fläche auszurollen. Welches die beste Form ist, um dies umzusetzen, wird die Machbarkeitsstudie des Bundesverkehrsministeriums zeigen, mit dessen Abschluss demnächst zu rechnen ist.

Die digitale Überwachung der Infrastruktur macht es möglich, dass vor dem Ausfall von Schlüsselkomponenten eingegriffen werden kann. Ein Beispiel ist der Einbau von sogenannten Weichendiagnosesensoren, die bis 2020 in 30.000 Weichen eingebaut werden sollen, um eine vorbeugende Wartung zu unterstützen.

Für alle Verkehrsträger muss ein einheitliches Störfall- und Baustellenmanagement über Bundesländergrenzen hinweg etabliert werden. Beim Schienenverkehr sind insbesondere die Ergebnisse des Runden Tisches Baustellenmanagement einzubeziehen. Wichtige Punkte sind dabei eine verbindliche Abstimmung der Baustellenplanung zwischen Eisenbahnverkehrs- und -infrastrukturunternehmen, eine fahrplanschonende Umsetzung und die finanzielle Unterfütterung des Baustellenmanagements. Der Runde Tisch Baustellenmanagement wird seine Ergebnisse etwas später im Frühjahr 2018 vorlegen.

Für die Automatisierung der Verkehrsmittel muss auch die Netzinfrastuktur aufgerüstet werden. Die Versorgung mit mobilem Breitband entlang der Verkehrsadern spielt dabei eine elementare Rolle. Deutschland muss bei der Entwicklung und Umsetzung von 5G-Netzen Vorreiter sein. Diese Investitionen gehören zur Daseinsvorsorge. So wird zum Beispiel durch das DVF im Aktionsplan „Intelligente Mobilität“ gefordert, dass digitale Komponenten bei Investitionen immer mit berücksichtigt werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt betrifft die rechtlichen Rahmenbedingungen der Digitalisierung: Hier muss der Bund seiner Verantwortung als Betreiber öffentlicher digitaler Infrastrukturen gerecht werden. Dazu muss er Open Data sowie dessen Weiterverarbeitung und Einsatz fördern, zum Beispiel durch Bereitstellung sicherer Datenplattformen.

7. Nachhaltig investieren, ÖPP stärken

Um den Investitionsstau bei der Verkehrsinfrastruktur aufzuholen, Verkehrsinfrastruktur aber auch in Zukunft effizient bereit zu stellen und einen erneuten Erhaltungsnotstand zu vermeiden, ist die Einbeziehung von Know-how und Kapital der Wirtschaft unverzichtbar. Deutsche Unternehmen haben nicht nur beim Bau, sondern vor allem auch bei Finanzierung und Betrieb von Verkehrsinfrastrukturprojekten im In- und Ausland die Vorteile von ÖPP unter Beweis gestellt.

In Deutschland gibt es im Straßenverkehr bereits umfassende Erfahrungen. Die Projekte weisen bereits in der Bauphase für den Steuerzahler eine hohe Wirtschaftlichkeit auf. Auf Basis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen wird auch in der Betriebs- und Erhaltungsphase mit einer höheren Wirtschaftlichkeit gegenüber einer konventionellen Beschaffung gerechnet. Die Projekte zeichnen sich zudem durch eine besonders hohe Kosten- und Termintreue aus.

Die Kostentreue ist durch Vergleich von Soll und Ist der Projektausgaben belegt. Alle bisher für den Verkehr freigegebenen ÖPP Projekte sind früher fertig gestellt worden als geplant. Mit der Umstellung der Betreiberentgelte auf die Verfügbarkeit der Infrastruktur (sogenannte V-Modelle) kann ein verkehrsaufkommensbedingtes Insolvenzrisiko – wie bei der A1 – vermieden werden. In jedem Fall haften die Betreiber für die vertragsgemäße Umsetzung des Projektes und tragen das wirtschaftliche Risiko.

Eine Verbesserung der Rahmenbedingungen bei der konventionellen Leistungsbestellung seitens der öffentlichen Hand ist zwar regelmäßig Gegenstand von Reformkommissionen, wurde jedoch bisher nie umgesetzt. Ein erster wichtiger Schritt wird mit der Gründung der Infrastrukturgesellschaft des Bundes vollzogen. Ziel muss sein, bei der Wahrnehmung der Daseinsvorsorge weiterhin die öffentliche Hand in der Pflicht zu halten, aber deren Umsetzung einem fairen Wettbewerb der Systeme zwischen herkömmlicher Beschaffung und ÖPP oder einer anderen Form der partnerschaftlichen Beschaffung wie Design-and-Build-Modelle, Partnering etc. zu überlassen.

Auch der Bundesrechnungshof hat seine Auseinandersetzung mit dem Bundesverkehrsministerium um die Wirtschaftlichkeitsbewertung der deutschen ÖPP-Projekte mittlerweile beigelegt. So wird allgemein akzeptiert, dass auch die öffentliche Hand einem Zinsänderungsrisiko unterliegt, das in Vergleichsrechnungen einzubeziehen ist. Für einen transparenten Vergleich muss die Kalkulation des Staates um Kostenpositionen erweitert werden, die in der herkömmlichen Bestellung durch die öffentliche Hand gar

nicht erst auftauchen – wie Erhaltungsaufwand, Risikopuffer und zusätzliches Personal für eine zügige Fertigstellung. Genau diese Kostenpositionen machen jedoch den Mehrwert von ÖPP aus, denn die öffentliche Hand erhält im Gegenzug vertraglich zugesichert eine feste Bauzeit, einen zuverlässigen Kostenrahmen und ein über die gesamte Betriebsdauer garantiertes Qualitätsniveau. Das private Unternehmen übernimmt dafür vorher festgelegte Risiken und trägt im Rahmen der zugesagten Leistungen das Nachschussrisiko im Falle einer Verteuerung des Projektes. Dieses Risiko und die Lebenszyklusorientierung sind bei der öffentlichen Hand noch nicht eingepreist. Neben der rein betriebswirtschaftlichen Betrachtung sollte in einer volkswirtschaftlichen Analyse die Auswirkung einer schnelleren Bereitstellung der neuen Verkehrsinfrastruktur ebenfalls zum Ansatz gebracht werden. Aber auch die ÖPP-Projekte sind in der Pflicht. Im Rahmen der Bewertung muss eine ausreichende Transparenz zu den vertraglichen Rahmenbedingungen und verbleibenden Risiken auf Seiten der öffentlichen Hand erreicht werden, ohne wettbewerbsrelevante Elemente offen zu legen.

8. Hafen- und Luftverkehrsstandort sichern

Die infrastrukturelle Sicherung des Hafen- und Luftverkehrsstandortes Deutschland als wichtiges Tor für den Außenhandel verlangt einen eigenen Absatz. Im Luftverkehr geht es dabei nicht nur um die bauliche Zurverfügungstellung, sondern auch um die Sicherstellung der Nutzungsmöglichkeit durch wettbewerbsfähige, dem hohen Kapitaleinsatz angemessene Betriebszeiten. Insbesondere müssen bestehende Betriebsgenehmigungen gesichert werden.

Dringender Handlungsbedarf besteht auch bei der Absicherung der Wettbewerbsfähigkeit des Hafenstandortes Deutschland. Insbesondere die Fahrrinnenanpassungen der Elbe und Weser verzögern sich erheblich durch Nachbesserungen bzw. Änderungen der Planung, die das Bundesverwaltungsgericht als notwendig identifiziert hat. Beide Vorhaben stehen beispielhaft für eine zunehmende Zahl von stark verzögerten, volkswirtschaftlich relevanten Verkehrsprojekten. Die Ursachen dafür sind vielfältig: eine stetige Ausweitung von Anforderungen des EU-Umweltrechts, die gestiegene Komplexität von Planungsverfahren, politische und gesellschaftliche Interessenkonflikte. Infrastrukturprojekte von so großer Tragweite müssen in Deutschland künftig wieder schneller umgesetzt werden.

Wichtige Maßnahmen zur Zukunftssicherung sind im Nationalen Hafenkonzept der Bundesregierung für die See- und Binnenhäfen zusammengefasst. Neben der Infrastruktur zählen dazu vor allem die Bereitstellung von Flächen für das Hafenwachstum, die Digitalisierung von Hafen- und Logistikprozessen, die Stärkung der Nachhaltigkeit der Häfen und der Schifffahrt durch saubere Antriebe, Kraftstoffe und Landstrom, international einheitliche Regeln für den Umweltschutz, sowie praxisgerechte Vorschriften der EU für die Hafenfinanzierung. In Abstimmung mit den Unternehmen wird die Bundesregierung

außerdem einen Masterplan für die Stärkung der Binnenschifffahrt auflegen, bei dem ebenfalls die Themen Infrastruktur, nachhaltige Antriebe, Digitalisierung, multimodale Vernetzung und die Sicherung des Fachkräftebedarfs im Mittelpunkt stehen.

9. Dem Fachkräftemangel entgegenwirken

Große Sorgen bereitet uns der Personalmangel in den Planungs- und Genehmigungsbehörden. Inzwischen ist zwar das Geld für eine ausreichende Personalausstattung in den Verwaltungen und Planungsämtern vorhanden, allein die Personalgewinnung kommt kaum voran. Der (Wieder-)Aufbau eines qualifizierten Mitarbeiterstamms auf allen staatlichen Ebenen ist ein so dringendes Anliegen, dass die Politik sich schnell etwas einfallen lassen muss, um die Berufe in diesen öffentlichen Bereichen attraktiver zu machen.

Eine Umfrage unter den Mitgliedern des DVL hat gezeigt, welche vielfältigen Auswirkungen der Personalmangel bei der öffentlichen Hand hat: So werden Anträge und Genehmigungen schleppend bearbeitet, weil die kommunalen Verwaltungen zu wenig Personal haben. Technische Abnahmen wie auch die technische Überwachung verzögern sich wegen Personalmangels. Engpässe etwa beim Eisenbahnbundesamt führen zu Verzögerungen bei der Zulassung von Fahrzeugen. Die Arbeitsbedingungen und Effizienz in der Logistik leiden wegen mangelnder Personalausstattung beim Bundesamt für Güterverkehr bei den Fahrzeugzulassungsstellen oder bei den Sicherheitsbehörden, die für Mitarbeiter-Überprüfungen zuständig sind. Die Unterbesetzung der Zollbehörden führt zu Verzögerungen bei der Zollabfertigung von Transporten. Das Fehlen von Fluglotsen ist mitverantwortlich für Verspätungen von Flugzeugen.

Auch im Bereich Bildung und Forschung hakt es: Die Ausbildung leidet, weil Lehrkräfte, insbesondere mit technischem Wissen, an Schulen und Hochschulen fehlen und schon die Berufsberatung nicht ausreichend mit Personal ausgestattet ist. Die Forschungsförderung verzögert sich, weil die Bewertungsdauer für Forschungsprojekte des BMVI/BMWi zu lange dauert. Auf diese Weise droht Deutschland den Anschluss zu verlieren.

Engpässe der Planungs- und Genehmigungsprozesse im Verkehrsinfrastrukturbereich führen zu mangelnder Entscheidungsqualität, zu langsamer Reaktionszeit, mangelhaften Ausschreibungsunterlagen und schlechter Durchführung von Ausschreibungen. Am Ende stehen die Nicht-Durchführung von Vorhaben und das Ausbleiben von Investitionen. Und das nicht wegen mangelnder finanzieller Mittel, sondern wegen des Mangels an Menschen an den entscheidenden Stellen.

10. Investitionshochlauf langfristig sichern

Die Bundesregierung steht aktuell vor dem Problem, dass vorhandene Investitionsmittel aufgrund fehlender Planungs- und Genehmigungskapazität und schleppenden Abstimmungs- und Genehmigungsverfahren zwischen Bund und Ländern nicht schnell und effizient genug in Projekte umgesetzt werden können. Dennoch ist der Aufwuchs der Investitionsmittel spürbar. Mehr als die Hälfte der Bürger ist mit dem Zustand der Verkehrswege zufrieden, geht aus einer Repräsentativbefragung im Auftrag des DVF im August 2017 hervor. Bei der letzten DVF-Befragung 2014 gaben noch rund 58 Prozent der Bürger an, dass sich die Verkehrsinfrastruktur verschlechtert habe. Trotzdem darf man die Warnung nicht überhören, denn rund 44 Prozent der Befragten stufen aktuell die Verkehrsinfrastruktur als „eher schlecht“ bis „sehr schlecht“ ein. Es besteht also weiterhin großer Druck, in den Erhalt der Verkehrswege zu investieren.

Aus dieser Umfrage heraus fordert das DVF daher, den Investitionshochlauf des Bundes auf jährlich mindestens 15 Milliarden Euro für Straßen, Wasserwege und Schienen langfristig zu verstetigen. Nur so können die Sanierung und der Erhalt der Bundesinfrastruktur gewährleistet werden. Der Bundesverkehrswegeplan 2030 weist erstmals eine Priorisierung von Infrastrukturkorridoren nach ihrer Bedeutung für das Gesamtnetz auf. Diese Bevorzugung verkehrlich wichtiger Projekte muss durch eine flexible über- und mehrjährige Mittelbereitstellung unterstützt werden. Damit eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur auch weiterhin Rückgrat der deutschen Volkswirtschaft bleiben kann.

C3

Retail Logistics

Frachtraumknappheit – auch eine Frage von ineffizienten Prozessen

1. Problem Frachtraum

2. Ursachen

- 2.1. Fahrermangel
- 2.2. Regulatorische Anforderungen
- 2.3. Prozessdefizite im Bestell- und Lieferprozess

3. Lösungsansätze

- 3.1. Ausbildung
- 3.2. Investitionen

4. Prozesse und Kooperation

- 4.1. Bestell- und Lieferprozesse
- 4.2. Zeitfenstersteuerung
- 4.3. Einstufige und zweistufige Wareneingangskontrolle

5. Intelligente Transportkooperationen

6. Fazit

7. Literaturverzeichnis

Frachtraumknappheit – auch eine Frage von ineffizienten Prozessen

Matthias Haubenreißer, Senior Manager ECR & Supply Chain Management, GS1 Standards + Products, GS1 Germany GmbH, Köln

1. Problem Frachtraum

Aussagen wie „Die Versorgungssicherheit ist gefährdet“ oder „Frachtraumknappheit wirkt sich negativ auf das Wirtschaftswachstum aus“ sind in der Fachpresse an der Tagesordnung.

Fakt ist: das Verhältnis von angebotener Fracht und angebotenen Frachtraum nimmt seit mehr als zehn Jahren stetig zu. Insbesondere in den Jahren der wirtschaftlichen Erholung ab 2009 steigt die Differenz zwischen Transportnachfrage und Transportangebot deutlich an¹.

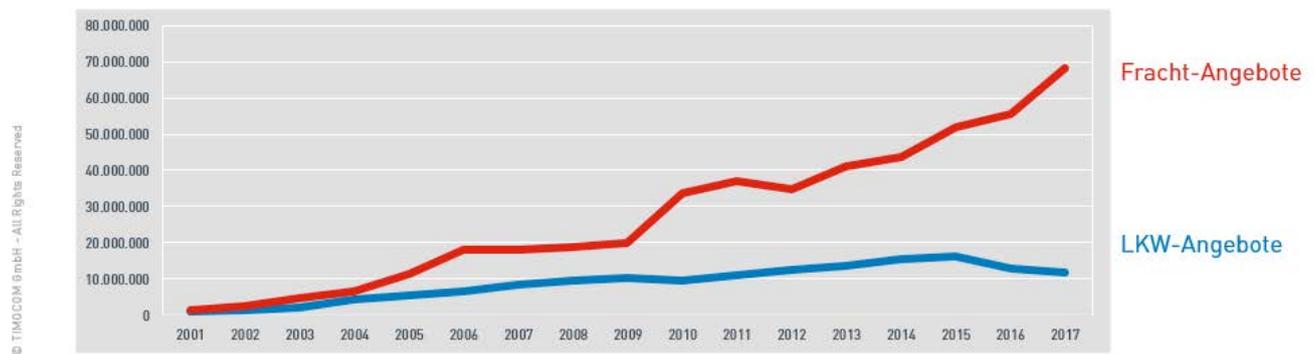


Abbildung 1: Entwicklung Laderaumknappheit, Quelle: Timocom

2. Ursachen

2.1. Fahrermangel

Der Deutsche Speditions- und Logistikverband (DSLTV) geht von mehr als fünfundvierzigtausend fehlenden Berufskraftfahrern bzw. Fahrern mit LKW-Führerschein aus.² Logistikverbände wie der Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) sprechen mittlerweile von „Gefährdung der Versorgungssicherheit in Deutschland“. Insbesondere in den saisonal starken Zeiten werden Kapazitätsengpässe das Geschäft nachhaltig beeinträchtigen. Umsatzeinbußen und mangelnde Warenversorgung sind die Folge.

¹ Vgl. Timocom-Transportbarometer 2017

² www.dslv.org

Der in Deutschland verbreitete Fachkräftemangel wird auch an dieser Stelle offensichtlich. Die Gründe für den Fahrermangel sind vielschichtig. Das Berufsbild des Kraftfahrers, der noch vor einigen Jahrzehnten als „Kapitän der Landstraße“ bezeichnet wurde, hat heute nicht mehr den gleichen Stellenwert. Die Attraktivität des Berufsbildes leidet an vielen Stellen. Ständiger Termindruck bei steigendem Verkehrsaufkommen, das durch eine schleichende Erosion der Verkehrsinfrastruktur nicht aufgefangen werden kann, ist nur ein Grund. Schlechte Vereinbarung von Beruf und Familie und körperliche Belastung spielen eine mindestens ebenso große Rolle. Durch den Wegfall der allgemeinen Wehrpflicht in Deutschland und die damit verbundene „kostenlose“ Fahrerausbildung ist der Pool an Nachwuchskräften im vergangenen Jahrzehnt immer kleiner geworden. Gleichzeitig geht die Generation der „Bundeswehr-Kraftfahrer“ langsam in den Ruhestand. Die Branche ist heute mehr denn je gefordert diese Lücke zu schließen. Die seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts in Deutschland bestehende Ausbildung zum Berufskraftfahrer hat mittlerweile wieder einen hohen Stellenwert.

2.2. Regulatorische Anforderungen

Der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur hält dem wachsenden Transportaufkommen nicht mehr stand. Stellvertretendes Beispiel ist die Situation an den Rastplätzen und Parkmöglichkeiten entlang der Haupttrouten auf den deutschen Autobahnen. An manchen Tagen sind nahezu alle LKW-Parkplätze besetzt, was insbesondere an den Wochenenden zu den Zeiten, in denen das LKW-Fahrverbot gültig ist, bisweilen zu haarsträubenden Situationen an den Rastplätzen führt. Um hier für eine deutliche Entschärfung zu sorgen, hatten Bundestag und Bundesrat auf Initiative der Fraktionen von CDU/CSU und SPD im März 2017 die Änderung des Fahrpersonalgesetzes beschlossen. Seit dem 27. Mai 2017 ist es nun in Deutschland verboten, die wöchentliche Ruhezeit im LKW zu verbringen. Sowohl Fahrer als auch Halter drohen mittlerweile Strafen bis zu 1500 Euro, wenn sie gegen diese Verordnung verstoßen.³ In den angrenzenden Ländern Frankreich und Belgien sind vergleichbare Regelungen bereits lange in Kraft.

Die Gesetzesänderung verfolgt in erster Linie das Ziel die Zustände an den Park- und Rastplätzen zu entschärfen, was nicht zuletzt auch den Berufskraftfahrern zugutekommen soll. Fakt ist aber auch, dass dadurch das ohnehin knappe Frachtraumangebot zusätzlich beeinträchtigt wird. Die Vergabe von Transportaufträgen an Transportunternehmer im europäischen Ausland wird eingeschränkt, weil die europäischen Transportunternehmer ihre Fahrzeuge mittlerweile für den Zeitraum der Ruhezeiten an den jeweiligen Heimatstandort zurückbeordern oder ihre Fahrer zum jeweiligen LKW-Standort an- oder abreisen lassen. Damit fehlen diese An- und Abreisezeiten besonders am Wochenbeginn oder zum Wochenende als Transportleistung.

³ Vgl. www.bag.bund.de

2.3. Prozessdefizite im Bestell- und Lieferprozess

Beim Thema Kapazitätsverfügbarkeit nur auf den Fahrermangel oder regulatorische Anforderungen zu schauen, reicht bei Weitem nicht aus. Die Branchen müssen sich der Frage stellen, ob die vorhandenen Kapazitäten auch effizient genutzt werden. Oliver Wittig, Head of Logistics für Deutschland, Schweiz und die Benelux-Staaten bei Henkel fordert in einem klaren Statement auf dem diesjährigen Handelslogistikkongress LOG 2018: „wir haben keinen Mangel an Laderaum, wir müssen ihn nur effizient nutzen“⁴. Birgit Heitzer, Leiterin Logistik Konzern bei der Rewe Group unterstützt die Forderung nach Prozessverbesserungen in der Logistik und definiert als Zielsetzung, dass „wir die Fahrer schneller von der Rampe wegbekommen müssen“.

Die Transportdienstleister ihrerseits kritisieren die an den Rampen von Industrie und Handel eingesetzte Zeitfenstersteuerung und beklagen nicht ausreichende Rampenkapazitäten insbesondere in den saisonalen Spitzenzeiten um Weihnachten und Ostern.⁵

Prozessineffizienzen sind aber nicht zuletzt auch eine Folge der Entwicklung in der Konsumgüterbranche an sich. Der Wettbewerb unter den stationär agierenden Handelsunternehmen und das ‚Bestehen müssen‘ gegenüber dem wachsenden E-Commerce zwingt die Unternehmen dazu, den Kunden stets ausreichende Kaufanreize zu bieten, die sich in einer stetig ansteigenden Artikelvielfalt mit immer kürzeren Produktlebenszyklen und einer Vielzahl an Promotionaktivitäten widerspiegelt.

3. Lösungsansätze

Mehr Fahrer lautet der einfachste aller Lösungsansätze. Die Tatsache, dass in anderen Branchen und Berufszweigen ebenfalls Fachkräftemangel herrscht, macht die Sache nicht leichter. Verbunden mit einer Ausweitung der Fachkräftekapazitäten stehen drei Stellschrauben im Fokus: Ausbildung, Investitionen und Prozessoptimierung.

3.1. Ausbildung

Das Berufsbild Kraftfahrer hat in den letzten Jahren nicht gerade an Attraktivität gewonnen. Durch den Wegfall des allgemeinen Wehrdienstes ist zusätzlich der Pool an Nachwuchsfahrern zu einem Teil weggebrochen. Es ist nun die Aufgabe der Logistikdienstleister Berufskraftfahrer auszubilden. Einige Logistikdienstleister sind bereits dabei eigene Schulungsbereiche im Unternehmen aufzubauen, um diesen Anspruch zu erfüllen. Neben den eingesetzten Faktoren Zeit und Geld bedarf es aber weiterer Anstrengungen, um Nachwuchskräfte für diesen Beruf zu begeistern. Die Vereinbarkeit von Beruf, Familie und Freizeitgestaltung wird künftig einen höheren Stellenwert einnehmen als bisher. Die sogenannte Generation Z ist sich bewusst darüber, dass es mehr

⁴ Vgl. Lebensmittelzeitung vom 26.04.2018

⁵ Vgl. Lebensmittelzeitung vom 06.02.2018

und mehr die Unternehmen sind, die um ihre Gunst als künftige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werben müssen.

Kurzfristige Maßnahmen, wie die vom Deutschen Verkehrssicherheitsrat (DVR) 2017 ausgesprochene Empfehlung für den LKW-Führerschein ab 17 Jahren in Verbindung mit begleitetem Fahren oder die Verkürzung der Ausbildungszeit auf zwei Jahre in Verbindung mit einer modularen Aufbaustruktur für den Erwerb von Zusatzqualifikationen, wie z.B. Transport von Gefahrgut, sind ein weiteres Signal in Richtung frühzeitige Ausbildung zum Berufskraftfahrer.⁶

Die Tatsache, dass Berufskraftfahrer bereits weit außerhalb der EU-Grenzen rekrutiert werden, muss dazu führen, dass auch über Aspekte wie z.B. die Anerkennung einer ausländischen Fahrerlaubnis nachgedacht wird.

3.2. Investitionen

In Zeiten ausreichender Transportkapazitäten sind viele Industrieunternehmen und Händler dazu übergegangen die Transportleistung nicht mehr im eigenen Unternehmen zu erbringen, sondern auf dem Markt einzukaufen – neudeutsch outzusourcen. Die Rahmenbedingungen haben sich nicht zuletzt wegen der nach wie vor positiven wirtschaftlichen Gesamtlage mittlerweile deutlich verändert. Um sich vom existierenden Kapazitätsengpass ein gutes Stück unabhängig zu machen, gehen einige Industrieunternehmen mittlerweile wieder dazu über eigene Flotten aufzubauen. So baut zum Beispiel der Backwarenhersteller Kuchenmeister sukzessive seinen Fuhrpark aus. Logistikleistung wird also wieder als Teil des Geschäfts betrachtet.⁷

4. Prozesse und Kooperation

Wenn die o.g. Ursachen nicht pauschal mit der Forderung nach Kapazitätsausweitung beantwortet werden sollen, muss von allen Beteiligten in der Kette geprüft werden, an welchen Stellschrauben sich sonst drehen lässt.

4.1. Bestell- und Lieferprozesse

Nicht abgestimmte Prozessabläufe im Sinne einer übergreifenden Wertschöpfungskettenoptimierung können zu suboptimalen Abläufen und Konflikten der Prozessbeteiligten im Tagesgeschäft führen. Insbesondere Vorlaufzeiten für einzelne Prozesse spielen immer wieder eine entscheidende Rolle. Die Zeitspanne von der Übermittlung einer Bestellung an den Lieferanten bis zur Beauftragung des Transports hat großen Einfluss auf die weitere Planung von Transportmitteln. D.h. je kurzfristiger die Bestellungen getätigt

⁶ Vgl. Logistik-Watchblog (02/2018)

⁷ Vgl. Logistik-Watchblog (02/2018)

werden oder Änderungen bei Bestellungen bekannt werden, umso größer ist das Risiko die fristgerechte Anlieferung durch einen Kapazitätsengpass nicht einhalten zu können.

Abgesehen von kategorie- und produktabhängigen Kriterien folgen Bestellungen in der Regel zwei wesentlichen Kriterien. Eine Bestellung soll möglichst bedarfsgerecht erfolgen. Eine Bestellung soll aber auch an optimalen Kostenaspekten in der Kette ausgerichtet werden. Am Markt existieren mittlerweile exzellente Tools und intelligente Algorithmen zur Dispositionsunterstützung, die den Unternehmen dabei helfen optimale Bestellmengen und Bestellzyklen zu ermitteln. Vom Grundsatz her folgen alle Ansätze einer Grundannahme: Zielkonflikte lassen sich über Kosten minimieren

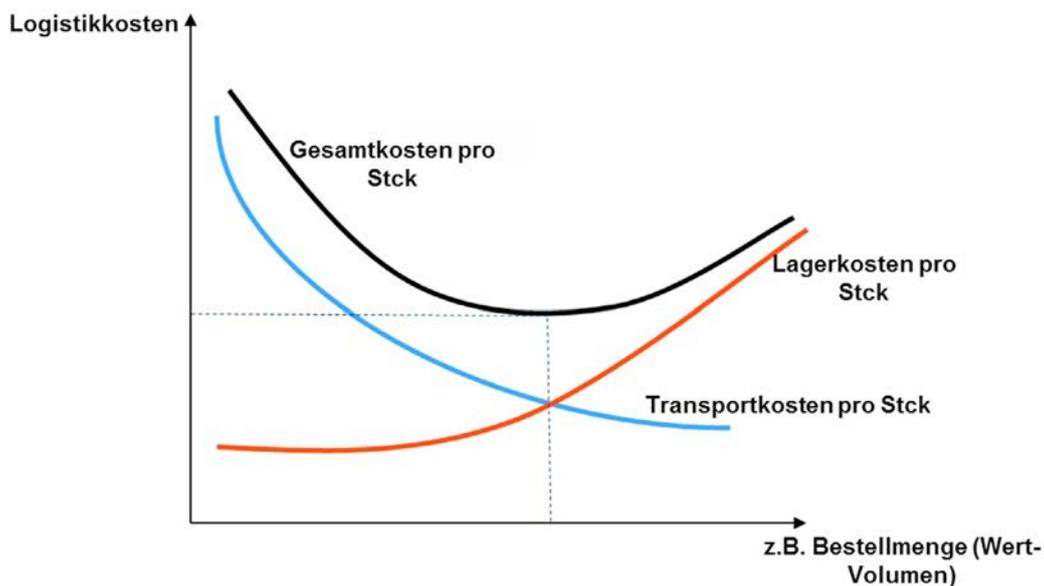


Abbildung 2: Kostenbewertung von Zielkonflikten

Diese Betrachtung erfolgt unter den Annahmen, dass einerseits die Absatzmenge sehr gut prognostiziert werden kann und andererseits die Logistikkapazitäten Lager und Transport zu gleichbleibenden Kosten beliebig veränderbar sind.

Die Diskussion um die Transportkapazitäten zeigt deutlich, dass diese vereinfachte Darstellung nicht eins zu eins in die Realität überführt werden kann. Das Kriterium „logistikgerecht“ kann neben „bedarfsgerecht“ zu einem weiteren Bestimmungsfaktor für die Wahl von Bestell- und Liefermengen sein. Eine „logistikgerechte Bestellung“ ist dadurch geprägt, dass durch gezielte Ausrichtung von Menge und Struktur eine geringe Komplexität über alle Prozessstufen (z. B. Kommissionierung bei den Versendern, Wareneingangskontrolle und Vereinnahmung der Ware bei den Empfängern) erreicht wird. Das bedeutet konkret, dass möglichst in ganzen Lagen oder Ladungseinheiten (Paletten) geordert werden kann. Zielsetzung dabei ist es, die Komplexität und Häufigkeit von Prozessen (Frequenz) zu reduzieren und somit die Supply Chain Time zu reduzieren

und benötigte Kapazitäten (Rampen, Logistikfläche, Transportkapazitäten etc.) zu einem früheren Zeitpunkt wieder einsetzen zu können. Die Reduktion der Bestell- und Lieferfrequenz hat zur Folge, dass weniger Wareneingänge zu verarbeiten sind, dies im Gegenzug jedoch zu einer Erhöhung des durchschnittlichen Volumens je Wareneingang führt. Voraussetzung für die Umsetzung sind eine vorhandene technische Infrastruktur sowie eine entsprechende Qualität der Stammdaten bei Industrie und Handel.

4.2. Zeitfenstersteuerung⁸

Die Systeme zur Steuerung der Laderampen von Industrie und Handel mittels Zeitfenstern wurden von Industrie und Handel mit dem Ziel eingeführt, eine effiziente Be- und Entladung sowie eine bessere Planung von vorgelagerten und nachgelagerten Prozessen zu ermöglichen. Ohne eine solche Systematik sorgen dort unplanmäßige Stand- und Wartezeiten, schwankende Aufkommensspitzen, sowie ein nicht planbarer Ressourcenbedarf für Produktivitätsverluste.

Im Gegenzug argumentieren die Transportunternehmen, dass die Einführung der Rampensteuerung mittels Zeitfenster und die damit verbundene Verfügbarkeit von Zeitfenstern eine effiziente Tourenplanung erschwert. Insbesondere Sammelgutspediteure sehen hier ein größeres Problem. Erschwert wird die Situation dann, wenn Zeitfenster von einer der beiden Wertschöpfungspartner nicht eingehalten werden können.

Neben einer grundsätzlichen Regelung für regelmäßige, fest getaktete Anlieferungen ist ein gutes Exception-Management wichtig, um auf ungeplante Störungen schnell und effizient reagieren zu können und z. B. weitere Auswirkungen wie das nicht einhalten von mehreren Zeitfenstern in einer linearen Lieferkette zu minimieren. Die Entwicklung von Tracking-Informationen mittels intelligenter ETA-Berechnungen (ETA = Estimated Time of Arrival) oder Statusmeldungen über Geofencing können den Prozess derart unterstützen, dass zeitnah Informationen über mögliche Abweichungen erfolgen können. Nicht zu erreichende Zeitfenster können so neu vergeben werden.

Weitere Optimierungspotentiale ergeben sich aus einer Dynamisierung der Zeitfensterslots. Die effektive Rampenbelegungszeit ergibt sich aus Rüstungszeit und der Menge der angelieferten und zu verarbeitenden Packstücke (z. B. Paletten). Eine Dynamisierung der Belegungszeiten kann zu einer besseren Auslastung der Rampe führen. Voraussetzung dafür ist ein gemeinsames Verständnis darüber, wie Zeitfenster definiert werden und welche Prozessbestandteile in die Betrachtung miteinbezogen werden müssen. Eine allgemein akzeptierte Definition wurde von Handel, Industrie und Logistikdienstleistern als GS1 Standard festgelegt.

⁸ Vgl. „Informationsprozesse in der Zeitfenstersteuerung“

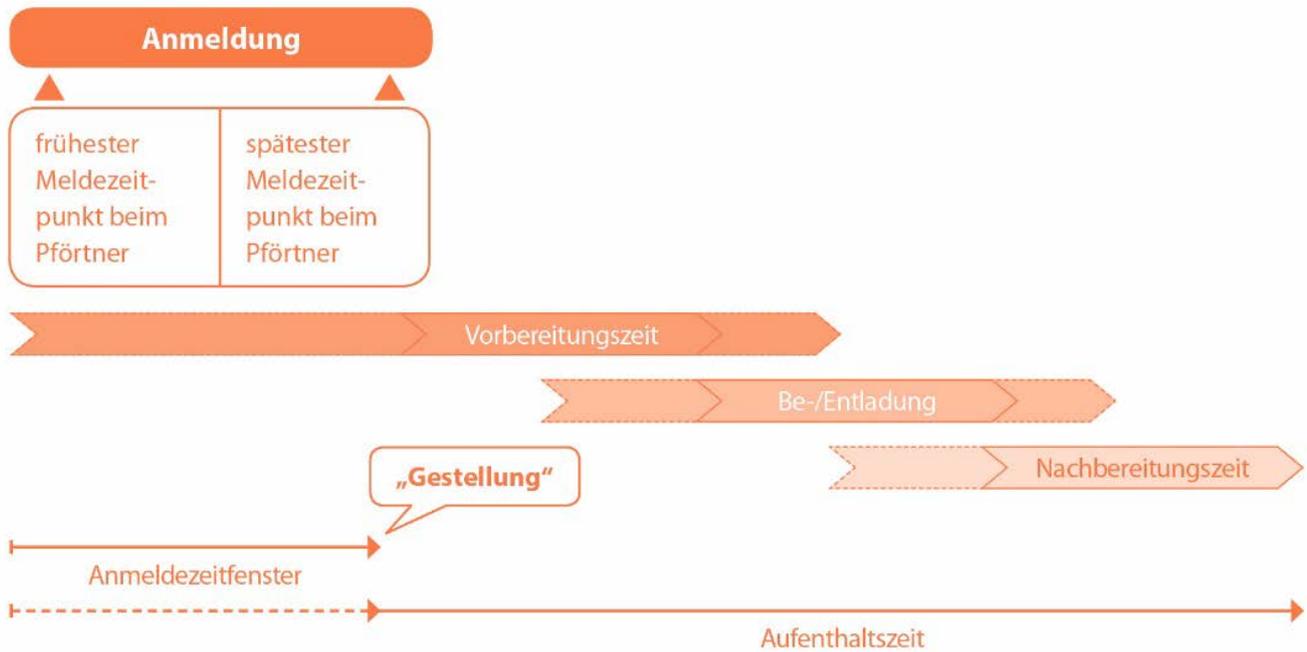


Abbildung 3: Zeitfensterdefinition nach GS1 Standard, Quelle GS1 Germany

Verbunden mit der Einführung einer harmonisierten Zeitfenstervergabe besteht nicht nur die Möglichkeit, Stau- und Wartezeiten oder Aufkommensspitzen zu vermindern. Auch können die Prozesse im Handlungsbereich des angefahrenen Be- oder Entladers für alle Prozessbeteiligten transparenter gestaltet werden.

Mittels der Erfassung von Zeitstempeln, welche den Arbeitsschritten auf Seiten des Be- oder Entladers genaue Zeitpunkte zuordnen, wird eine Qualitäts- und Performance-messung, die Identifikation von Prozessstörungen sowie ein exaktes Statusmonitoring möglich.

Zeitstempel	Verantwortlich	Status
S1: Ankunft Zeitpunkt der Gestellung: Die Anmeldung beim Pförtner (oder an der Warenausgabe/Warenannahme) ist vorgenommen und das Transportmittel zeigt Be-/Entladebereitschaft an.	Be-/Entlader	Pflicht
S2: Aufruf Be-/Entladung Zeitpunkt des Aufrufs, mit dem Transportmittel an eine zugewiesene Be-/Entladestelle zu fahren.	Be-/Entlader	Pflicht
S3: Be-/Entladebeginn Zeitpunkt des Beginns der physischen Be-/Entladung des Transportmittels (Bewegung des ersten Frachtgutes).	Be-/Entlader	Optional
S4: Be-/Entladeende Zeitpunkt des Abschlusses der physischen Be-/Entladung des Transportmittels (Bewegung des letzten Frachtgutes).	Be-/Entlader	Optional
S5: Freigabe zur Abfahrt Zeitpunkt der Freigabe zur Ausfahrt aus dem Werks- oder Lagergelände (alle nachbereitenden Tätigkeiten sind erledigt und quittierte Lieferpapiere komplett vom Empfänger zurückerhalten).	Be-/Entlader	Pflicht

Abbildung 4: Definition von Zeitstempeln, Quelle GS1 Germany

4.3. Einstufige und zweistufige Wareneingangskontrolle⁹

Eine weitere Stellschraube in der Steuerung der Prozesse mit dem Ziel eine Reduzierung der Rampenbelegungszeit herbeizuführen, kann im Rahmen der Wareneingangskontrolle erfolgen.

Grundlage für die Warenvereinnahmung ist die kaufvertragliche Vereinbarung. Im Kontext der Wareneingangskontrolle existieren zwei Prüfungsebenen mit unterschiedlichem rechtlichen Regelungsgehalt; die Kontrolle auf der Ebene der Master-NVE/Versandeinheiten (Transportvertragsebene) und die Kontrolle auf Ebene der Artikeleinheit (Kaufvertragsebene). Die Quittungsleistung des Empfängers gegenüber dem Fahrer auf der Transportebene ist auf die Anzahl der übernommenen Packstücke (Master-NVE/Versandseinheiten, i.d.R. Paletten) zuzüglich der verwendeten Ladungsträger ausgerichtet.

⁹ Vgl. „Effiziente Wareneingangsabwicklung im FMCG Bereich

Einstufige Wareneingangskontrolle

Ist der Fahrer bei der Feinkontrolle auf Articlebene ebenfalls anwesend, bedeutet dies, dass sich die Aufenthaltszeit des Fahrzeuges an der Rampe auch auf den Prozess der Feinkontrolle erstreckt. Im Fall der Durchführung einer artikelbezogenen Feinkontrolle wird der Fahrer häufig in Kontrollprozesse einbezogen. Das heißt, die Rampe bleibt während der Feinkontrolle solange belegt, bis dieser Prozess abgeschlossen ist und die Freigabe zur Abfahrt erfolgt.

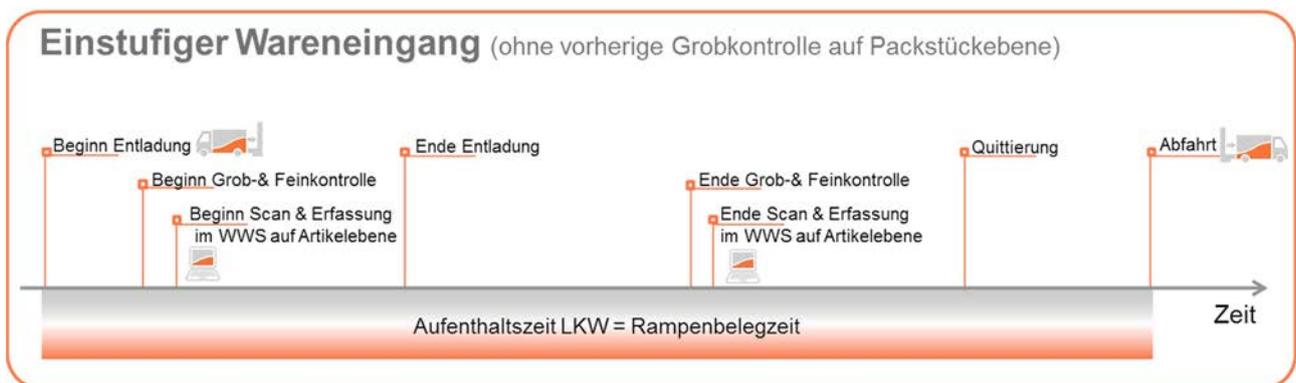


Abbildung 5: Einstufige Wareneingangskontrolle, Quelle GS1 Germany

Zweistufige Wareneingangskontrolle

Im Rahmen des zweistufigen Wareneingangs wird im Beisein des Fahrers zunächst nur eine Grobkontrolle auf Packstückeebene (Master-NVE/Versandseinheiten) vorgenommen und entsprechend quittiert. Zeitlich nachgelagert, in Abwesenheit des Fahrers, wird dann eine Feinkontrolle durch den Empfänger auf Artikelpositionsebene durchgeführt. Mängelrügeobligiertheit nach §377 HGB wird hierbei nicht außer Kraft gesetzt.

Wenn im Beisein des Fahrers nur eine Grobkontrolle durchgeführt wird, kann, sofern es die baulichen und prozessualen Voraussetzungen beim Empfänger ermöglichen, die Aufenthaltszeit des Fahrzeuges und damit die Rampenbelegungszeit verkürzt werden. Dies kann in der Folge zu einer höheren Anzahl an verfügbaren Zeitfenstern beim Empfänger führen, da durch vorgezogene Rangierzeiten die Nachbelegung der Tore frühzeitiger und schneller erfolgen kann und zudem die produktive Lenkzeit des Fahrers verlängert wird.



Abbildung 6: Zweistufige Wareneingangskontrolle, Quelle GS1 Germany

5. Intelligente Transportkooperationen

Transportsteuerung erfolgt i.d.R. so, dass nach Entladung des Fahrzeuges möglichst eine Anschlussfracht aufgenommen wird. Auch bei bester Planung entstehen Leerfahrten zwischen der letzten Entladestelle und der folgenden Beladestelle. Die Branche schätzt, dass unter normalen Bedingungen durchschnittlich ca. 25% einer Tour aus Leerkilometern besteht. Die derzeitige Situation mit Frachtraumknappheit führt in perplexer Weise dazu, dass der Anteil an Leerkilometern tendenziell zunimmt. Getrieben durch die knappen Transportkapazitäten tendieren die Verloader dazu, sich frühzeitig Transportkapazitäten zu sichern, um ihrerseits nicht in einen Lieferverzug zu geraten. Die Transportdienstleister ihrerseits haben weniger freie Kapazitäten, um ihre Touren optimal auslasten zu können und müssen in Kauf nehmen, in die Tour passende Frachten abzulehnen, um ihre vertraglich zugesicherten Transporte zu erfüllen. Das führt zu mehr Leerkilometern und verschärft das Problem zusätzlich.

Im Rahmen des europäischen Förderprojektes NexTrust¹⁰ haben sich mehrere Industriepartner, Händler und Poolbetreiber in einem Pilotprojekt zusammengetan, um eine Möglichkeit der Transportkooperation umzusetzen.

¹⁰ <http://nextrust-palletpilot.eu/de>

Ausgangssituation

Industrie → Handel

- Der Industriepartner beauftragt seinen Logistik-Dienstleister Ware vom Produktionsstandort zum Handels-Zentrallager zu transportieren
- Nach Entladung am Distributionszentrum des Handels fährt der leere LKW zur nächsten Ladestelle

Handel → Pooling-Anbieter

- Der Pooling-Anbieter entsorgt leere Ladungsträger am Zentrallager des Handelsunternehmens
- Der LKW hierfür kommt leer von einer anderen Ladestelle
- Nach Entladung beim Service-Depot des Pooling-Anbieters fährt der leere LKW zur nächsten Ladestelle

Pooling-Anbieter → Industrie

- Der Pooling Anbieter liefert leere Ladungsträger an den Verloader
- Nach Entladung fährt der leere LKW zur nächsten Ladestelle

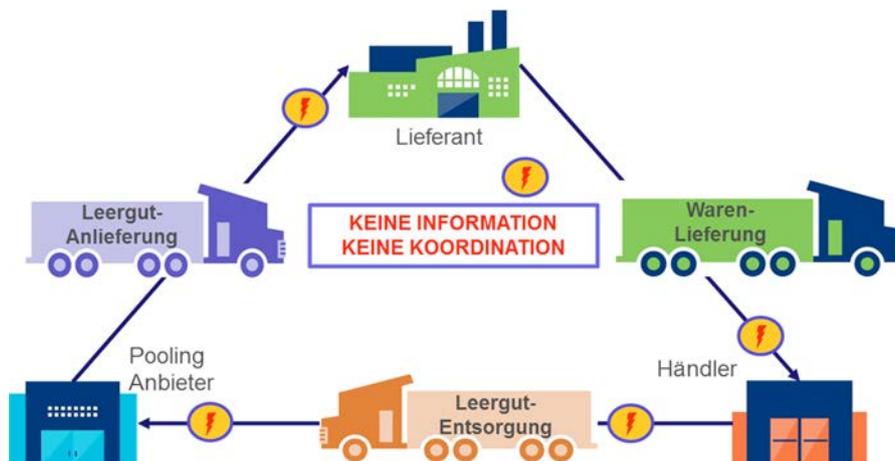


Abbildung 7: Ausgangssituation ohne Information und Koordination
Quelle NexTrust

Für die einzelnen Transporte werden bis zu drei verschiedene Transportdienstleister eingesetzt. Eine Koordination der einzelnen Transporte erfolgt daher i.d.R. nicht. In allen drei Fällen entstehen Leerkilometer.

Situation mit Transportkooperation

Industrie → Handel → Pooling-Anbieter → Industrie

- Der Industriepartner beauftragt seinen Logistik-Dienstleister Ware vom Produktionsstandort zum Handels-Zentrallager zu transportieren
- Der Pooling Dienstleister nutzt den gleichen LKW, der die Fracht vom Hersteller zum Handels-Zentrallager transportiert hat, für die Entsorgungslogistik von Ladungsträgern am Zentrallager des Handelsunternehmens hin zum Service-Depot.
- Der Pooling Anbieter nutzt den gleichen LKW für die Anlieferung von Leer-Paletten an den Hersteller
- Der Industriepartner nutzt den LKW für die Vollgut-Belieferung zum Handels-Zentrallager



Abbildung 8 Transportkoordination Soll-Situation
Quelle: NexTrust

Durch die Kooperation lassen sich effektiv Leerkilometer einsparen. Neben einer verbesserten Transportauslastung lassen sich darüber hinaus CO₂-Emissionen deutlich reduzieren.

In weiteren Pilottests werden derzeit Rundlaufoptionen mit weiteren Verladerkombinationen getestet, die einerseits bisher ungenutzte Synergieeffekte aufzeigen sollen. Andererseits sollen aber auch Effekte, die Auswirkungen auf bestehende Netzwerke haben können, ermittelt werden.

Kooperation erfordert Compliance

Die durch die Transport-Orchestrierung sich ergebenden Einsparungen von Leerkilometern und CO₂-Emissionen haben auch finanzielle Auswirkungen. Die Frage des Gain-Sharing, der Verteilung von finanziellen Effekten zwischen den beteiligten Unternehmen, die sich durch die Kooperation ergeben, erfordert einen strengen Umgang mit Compliance-Kriterien. Langfristig werden solche Kooperationsmodelle daher nur durch die Einbindung eines neutralen Trustees bestehen. GS1 Germany kann durch seine traditionell neutrale Position und die in den Statuten verankerten Compliance Standards ein solcher Trustee sein.

6. Fazit

Die Situation auf dem Transportmarkt wird sich nicht kurzfristig ändern lassen. Eine Zunahme an Berufskraftfahrern hängt neben Ausbildung und Bezahlung auch wesentlich von einer Verbesserung des Images eines Berufsbildes ab. Alternative Verkehrsträger stehen ebenfalls nicht kurzfristig zur Verfügung.

Umso mehr müssen sich die Unternehmen an weiteren Möglichkeiten orientieren. Der Blick auf die Bestell- und Lieferprozesse aber auch die Suche nach alternativen Formen der Transportabwicklung kann ein möglicher Weg sein, Effekte in der Kette zu erzeugen, die sich positiv auf die Nutzung von Frachtraum auswirken.

Kooperation ist die zweite wichtige Säule für mögliche Effizienzsteigerungen. Zusammenwachsen bedeutet langfristiges „Zusammen wachsen“.

7. Literaturverzeichnis

www.bag.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2017/Wochenruhezeit.html?nn=12502

www.dslv.org/dslv/web.nsf/id/li_fdihaqyhkj.html

Effiziente Wareneingangsabwicklung im FMCG Bereich (GS1 Germany, 2014)

Informationsprozesse in der Zeitfenstersteuerung (GS1 Germany, 2012)

Lebensmittelzeitung (Ausgabe 06.02.2018)

Lebensmittelzeitung (Ausgabe 26.04.2018)

Lebensmittelzeitung (Ausgabe 01.06.2018)

www.logistik-watchblog.de

<http://nextrust-palletpilot.eu/de>

Paketzustellung und Kundenservice – ein Widerspruch in sich?

1. Motivation, Umfang und Repräsentativität der Studie

- 1.1. Motivation und Zielsetzung
- 1.2. Umfang der Studie
- 1.3. Repräsentativität der Studie

2. Ergebnisse: Leistungsfähigkeit der Zustellung

- 2.1. Zustellerfolg
- 2.2. Zustellservices
- 2.3. Infrastrukturbelastungen

3. Ergebnisse: Kundenorientierte Zustellung der Zukunft

4. Kundenorientierte Zustellung – ein Konzept

- 4.1. Alternativkonzept „Kiezbote“
- 4.2. Vorteile des Konzepts mit Blick auf die Ergebnisse der Studie
- 4.3. Wirtschaftlichkeit des Konzepts – eine erste Abschätzung

Über die Autoren

Quellenverzeichnis

Paketzustellung und Kundenservice – ein Widerspruch in sich?

Prof. Dr. Stephan Seeck, Professor für Logistik, Produktion und Supply Chain Management an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Marco Göhr, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Die Titelfrage kann mit einem eindeutigen „Ja“ beantwortet werden, wenn man die aktuellen Leistungen in der Paketzustellung den Kundenanforderungen gegenüberstellt. Dies ist das Ergebnis der Studie „Identifikation und Bewertung der Anforderungen und Probleme der letzten Meile bei der Zustellung von Waren und Dienstleistung“, die über 2.200 Kunden im städtischen Bereich (Berlin) im Sommer 2018 nach ihren Erfahrungen und Wünschen bzgl. der Paketzustellung befragt hat. Die Umfrageergebnisse belegen, dass neue Wege bei der Zustellung auf der letzten Meile erforderlich sind, um zumindest künftig die Anforderungen der Kunden zu erfüllen. Mit dem Konzept des „Kiez-Boten“ wird eine kundenorientierte Alternative zum bestehenden Prozess der letzten Meile vorgestellt.

1. Motivation, Umfang und Repräsentativität der Studie

1.1. Motivation und Zielsetzung

Der Aufschwung des E-Commerce hat die Entwicklung der Konsumwirtschaft im letzten Jahrzehnt maßgeblich mitbestimmt. Die Digitalisierung des Handels hat nicht nur Markt und Unternehmen, sondern auch die Einkaufsgewohnheiten, vor allem in den Städten, revolutionär verändert.

Der elektronische Einkauf ermöglicht Privatkunden eine tageszeitunabhängige, schnelle sowie mobile Bestellung. Es werden so Lösungen für aktuelle Herausforderungen der modernen Gesellschaft geschaffen wie z. B. das Ansteigen von in Mobilität eingeschränkten Bevölkerungsgruppen wie Alleinerziehende und Senioren.

Zusätzlich erweitern, initiiert durch den E-Commerce, stationäre Händler (z. B. Apotheken) und Dienstleister (z. B. Wäschereien) ihre Angebote um individuelle Abhol- bzw. Lieferleistungen für Kunden im Umkreis ihrer Filiale. Die beschriebene Entwicklung des E-Commerce führte zu einem extremen Anstieg der Paketzustellungen (siehe Abb. 1). Ein weiterer Anstieg ist vorherzusehen.

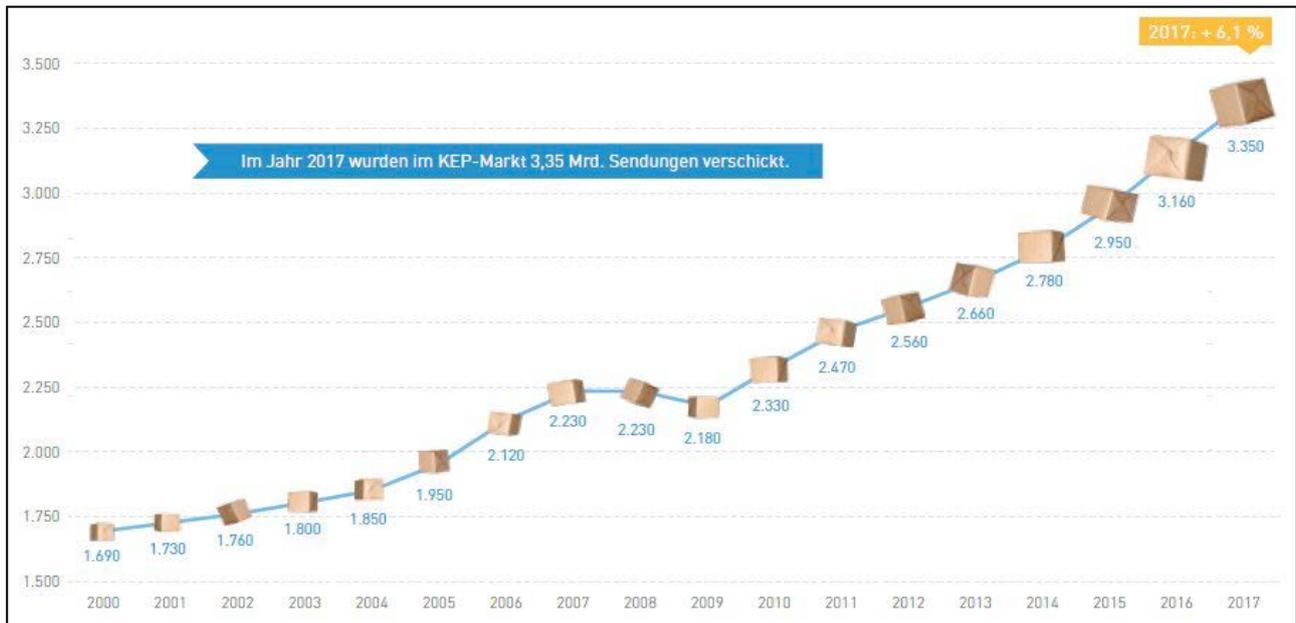


Abbildung 1: Volumen-Entwicklung in Mio.-Sendungen (Deutschland)¹

Beim E-Commerce bleibt die Zustellung der Waren in Privatwohnungen der größte Treiber von Kosten und Ressourcen: Das „Problem der letzten Meile“ ist weiterhin ungelöst. Viele Projekte beschäftigen sich vor allem mit technischen Lösungen, um die Effizienz der Zustellung zu steigern. Beispielhaft seien genannt die EU-Projekte FIDEUS² (2005-2008) und FURBOT³ (2011-2014), CITYLOG⁴ (2010-2012), STRAIGHTSOL⁵ (2011-2014) und SMARTFUSION⁶ (2011-2014), das DHL-Projekt StreetScooter⁷ sowie die Zustellung per Lastenfahrrad im aktuellen Projekt KoMoDo⁸ in Berlin.

Die hier vorgestellte Studie stellt keine Techniken, sondern die Serviceleistungen der Zustellung in den Mittelpunkt der Untersuchung: Wie empfindet der Kunde die Dienstleistung, die der Paketzusteller erbringt? Welche Services würde er sich für die Zustellung wünschen? Ein großes Interesse an diesen Informationen liegt beim Handel, den Versendern der Pakete: Sie wünschen eine Verbesserung des Lieferservices, da beschränkte Zustelleistungen aus Perspektive des Kunden häufig auf die Händler zurückfallen. Daher haben auch vier namhafte Handelsunternehmen (Bonprix, Tchibo, Würth und Löffelhardt) die Studie der HTW Berlin gesponsert.

¹ (Bundesverband Paket & Express Logistik, 2018, S. 11)

² (Fraunhofer Gesellschaft, 2005-2008)

³ (Seventh Framework Programme, 2011-2014)

⁴ (Fraunhofer-Gesellschaft, 2010-2012)

⁵ (Seventh Framework Programme, 2011-2014)

⁶ (Seventh Framework Programme, 2015)

⁷ (Wirtschaftswoche, 2018)

⁸ (European Cycle Logistics Federation, 2018)

Ziel der Studie war es, eine Bewertung der aktuellen Leistungsfähigkeit der Paketzustellung aus Sicht der Kunden zu erhalten sowie die Wünsche der Kunden an eine ideale Form der Zustellung auf der letzten Meile inklusive zusätzlicher Services zu erfassen.

1.2. Umfang der Studie

Da das Problem der letzten Meile stark von der Bebauungsstruktur beeinflusst wird, konzentriert sich die vorliegende Studie auf den innerstädtischen Bereich mit hoher Bevölkerungsdichte. Den Kern der Studie bildet eine Befragung von Kunden zur Zufriedenheit mit den bestehenden Leistungen der Paketzustellung sowie den Wünschen an eine ideale Zustellung. Die Befragung wurde parallel in zwei unterschiedlichen Arten durchgeführt. Zum einen wurden in zwei ausgewählten Straßenzügen in sozial unterschiedlichen Stadtteilen von Berlin die Kunden direkt an der Haustür persönlich befragt. In diesem Bereich wurden in Summe 378 Befragungen durchgeführt, wobei neben den konkreten Aussagen zu den vorbereiteten Fragen auch Kommentare und Anregungen der Kunden aufgenommen werden konnten. Zum anderen wurde eine Online-Befragung durchgeführt, bei der aus praktischen Erwägungen vor allem Mitarbeiter und Studierende von Hochschulen angesprochen wurden. Der Umfang der Rückläufe beträgt in diesem Bereich 1877.

Ergänzend wurden sogenannte „Heavy User“, d.h. Privatpersonen mit mehr als einer Paketzustellung pro Woche, gebeten, eine Statistik der eintreffenden Sendungen über zwei Wochen zu erstellen. Trotz der geringeren Anzahl der Rückläufe (17) konnten mit diesen Daten die individuell geprägten Aussagen der Kundenbefragung überprüft werden.

Weitere Erhebungen wurden durch die Begleitung von Paketboten (vier unterschiedliche Unternehmen) sowie die Beobachtung der ausgewählten Straßenzüge (über mehrere Tage) durchgeführt; auch diese Erhebungen dienten zum einen der Absicherung der Ergebnisse aus der Kundenbefragung, zum anderen konnten Informationen zur Belastung der Infrastruktur durch Parken in der zweiten Reihe konkret erhoben werden.

1.3. Repräsentativität der Studie

Aufgrund der großen Anzahl von Teilnehmern – in Summe 2255 – ergibt sich eine hohe Aussagekraft der Studie, da auch in Unterkategorien wie Alterskohorten oder Wohnumfeld ausreichend viele Teilnehmer pro Kategorie für eine statistische Repräsentativität vorhanden sind. Zusätzlich wurden zur Überprüfung der Repräsentativität allgemeine Unterkategorien mit anderen Erhebungen verglichen. Bei den Alterskohorten ergab sich eine Verschiebung zu jüngeren Jahrgängen: In der Umfrage waren deutlich mehr 20-30-Jährige vertreten, als dies durch Angaben zur Berliner Bevölkerungsstruktur⁹ ge-

⁹ (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2016)

wichtet mit der Internet-Affinität der Alterskohorten¹⁰ zu erwarten wäre. Entsprechend sind die älteren Jahrgänge (40-50, 50-60, 60+) unterrepräsentiert. Dagegen ist die Studie repräsentativ sowohl in Bezug auf die Haushaltsgröße, z. B. der Single-Haushalte (Studie 40% vs. amtliche Statistik 49%¹¹), als auch in Bezug auf das Wohnumfeld, z. B. Ein-/Zweifamilienhäuser (Studie 20% vs. amtliche Statistik 20%¹²).

Auch in Bezug auf die E-Commerce-Nutzung ergibt sich eine gute Übereinstimmung: Andere Studien geben an, dass 17%¹³ und 33%¹⁴ der E-Commerce-Kunden in Deutschland wöchentlich oder öfter bestellen und Pakete erhalten. Im Rahmen der Studie wurde für Berlin eine Quote von 11,4% Heavy Users (mehr als einer Lieferung pro Woche) sowie 48% Kunden, die einmal pro Woche bis maximal mehrfach pro Monat bestellen, ermittelt.

Nimmt man an, dass aus dieser Gruppe ca. ein Drittel bis die Hälfte einmal pro Woche Paketsendungen erhalten, so deckt sich das Ergebnis von 27-37% mit den Daten aus den anderen Studien. Interessant ist hierbei, dass die größte Gruppe der Heavy User nicht Single-Haushalte aus Innenstädten sind, sondern weit überdurchschnittlich Familien aus dem Wohnumfeld Ein-/Zweifamilienhäuser.

2. Ergebnisse: Leistungsfähigkeit der Zustellung

2.1. Zustellerfolg

Bereits am Beginn des Artikels wurde die Titelfrage, ob Paketzustellung und Kundenservice einen Widerspruch in sich darstellen, bejaht. Diese Aussage erfolgte vor allem aufgrund der folgenden Ergebnisse der Kundenbefragung zum Zustellerfolg: So geben nur 22% der Kunden an, ihr Paket „meistens“ oder „fast immer“ persönlich übergeben zu bekommen, 50% dagegen bekommen es „selten“ oder „fast nie“ an der Haustür überreicht. Und 80% von diesen 50% ärgern sich darüber, dass sie das Paket selbst abholen müssen (siehe Abb. 2). Nicht überraschend geben deutlich mehr Single-Haushalte (+ 40%) an, „fast nie“ persönlich Pakete zu erhalten, während Ein-/Zweifamilienhaus-Bewohner überdurchschnittlich „meistens“ (+ 50%) oder „fast immer“ (+ 80%) ihre Pakete persönlich entgegen nehmen können.

10 (bevh-Studie, 2017)

11 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2016)

12 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2016)

13 (bevh-Studie, 2017)

14 (statista, 2017)

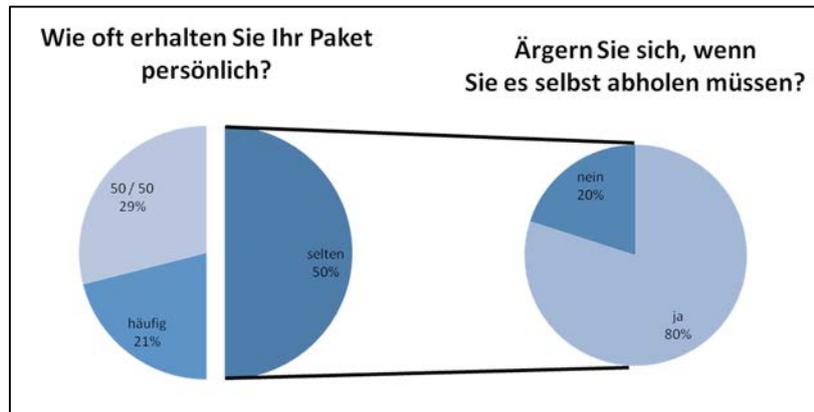


Abbildung 2: Umfrageergebnisse zur persönlichen Übergabe von Paketen

Dieses Ergebnis wiegt umso gravierender, da die Kunden angeben, dass die persönliche Übergabe des Pakets das wichtigste Leistungskriterium der Zustellung für sie ist: Für 30% ist dies „wichtig“, für weitere 54% sogar „sehr wichtig“. Und diese Gewichtung nimmt bei bestimmten Gruppen noch zu: So wird die persönliche Übergabe durch die Altersgruppen über 50 Jahre zu 73% und durch die Heavy User zu 79% als „sehr wichtig“ bewertet.

Dies ist leicht nachvollziehbar, da eine nicht erfolgte persönliche Übergabe zur Egalisierung des eigentlichen Kundennutzens eines E-Commerce-Kauf führt: Der Kauf im Internet sollte den Gang zum Geschäft ersparen, nun wird dafür der Gang zur Abgabealternative des Paketzustellers notwendig. Dies missfällt besonders Älteren aufgrund der Anstrengung (Paket tragen, Treppensteigen) und Heavy Usern aufgrund der Häufigkeit der Abholungen.

Auch aus den Kommentaren der Haustür-Befragung wurde deutlich, dass die Unzufriedenheit mit der aktuellen Paketzustellung eindeutig damit zusammenhängt, dass der Anteil erfolgreicher persönlicher Übergaben durch den Kunden als zu gering empfunden wird. Aus der Begleitung von Paketboten im Rahmen des Projekts konnte stichprobenartig eine Quote des Zustellererfolgs ermittelt werden. Zwar waren vier unterschiedliche Paketdienstleister involviert, die Anzahl der Begleitungen sowie die Auswahl der Paketboten durch die Dienstleister waren jedoch für eine repräsentative Erfassung nicht ausreichend. Das nicht repräsentative Ergebnis der Begleitungen von ca. 30% nicht persönlich übergebener Pakete zeigt, dass die Empfindung der Kunden im Vergleich zum realen Prozess evtl. etwas übertrieben ist. Aber die Zahl 30% bestätigt, dass die als besonders wichtig eingeschätzte persönliche Übergabe auch real eine schlechte Leistungskennzahl der Paketdienstleister darstellt.

Wohin wandert das Paket nun, wenn es den Kunden nicht persönlich erreicht? In überwiegender Zahl der Fälle (80%) übernimmt ein Nachbar das Paket, erst mit weitem Abstand folgen die Möglichkeiten Postfiliale (6,5%), Pack/Paketstation (6,5%) oder loka-

les Gewerbe (Späti, Getränkemarkt o.ä.) (3,5%). Die früher üblichen Zweitzustellungen spielen mit weniger als 1% der Fälle so gut wie keine Rolle mehr (siehe Abb. 3). Dieses Ergebnis wird durch die Begleitung der Paketboten bestätigt, wobei die Verteilung auf die Zustellalternativen stark vom Paketdienstleister abhängt (Beispiele: DHL – Postfiliale, GLS – Partner beim lokalen Gewerbe).

Die Abgabe beim Nachbarn ist für viele Kunden eine zwar nicht gewünschte, aber aufgrund des meist kurzen Wegs im selben Haus eine akzeptable Alternative zur persönlichen Zustellung. Allerdings wird diese Alternative nur dann positiv bewertet, wenn die Anwesenheit des Nachbarn sichergestellt ist. Außerdem muss der Treppentransport des Pakets bei dieser Alternative durch den Kunden selbst erfolgen. Des Weiteren führt die vorrangige Nutzung der Alternativzustellung beim Nachbarn dazu, dass sich die Kunden, die als Nachbar Pakete anderer Hausbewohner annehmen, auf Dauer als „Paketstation“ missbraucht fühlen. Den „Missbrauch als Paketstation“ bejahten 25% der Befragten, wobei diese Zahl im Erdgeschoss von Mehrfamilienhäusern größer ist als in den anderen Stockwerken; extrem groß ist der „Missbrauch“ bei Kleingewerbebetrieben in solchen Häusern. Bei der Haustür-Befragung konnte hier ein großer Ärger der Gewerbetreibenden festgestellt werden, die sich aufgrund ihrer permanenten Anwesenheit während des Tages und damit während der Zustellzeiten ausgenutzt vorkommen. So gaben 22% der 36 befragten Gewerbetreibenden an, keine Pakete mehr für Nachbarn anzunehmen, da dies ihr Geschäft zu stark negativ beeinflusst, 31% tun dies nur noch für ausgewählte Nachbarn.

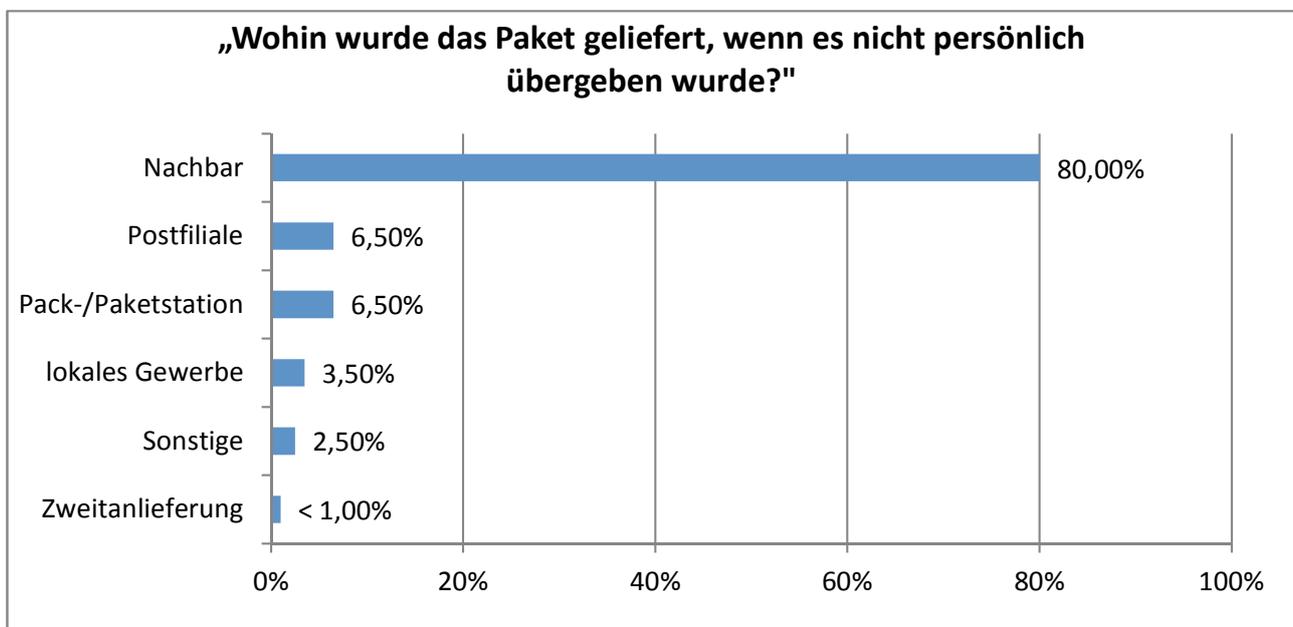


Abbildung 3: Umfrageergebnisse zu alternativen Abgabeorten bei fehlgeschlagener persönlicher Übergabe

Extrem negativ empfinden Kunden den Fall, dass sie trotz persönlicher Anwesenheit ihr Paket nicht erhalten, sondern der Paketbote eine alternative Zustellung wählt und der Kunde nur das Benachrichtigungsschreiben im Briefkasten findet. Das dieser Vorgang kein Einzelfall ist, beweist das Ergebnis der Umfrage: 81 % aller Befragten gaben an, dass ihnen dies schon einmal passiert ist!

2.2. Zustellservices

Teil des Services bei der persönlichen Zustellung des Pakets – sofern es dazu kommt – ist die Durchführung der Übergabe durch den Paketboten. Hierzu wurden die Kunden dahingegen befragt, ob sie den Paketboten als „angenehm“ empfinden. Dies war bei 63 % der Befragten der Fall, weitere 29 % empfanden den Boten als „in Ordnung“. Somit stellt dies nur in Ausnahmefällen ein Problem der Zustellung dar. Als negativ wird dagegen empfunden, wenn an einem Tag mehrere Paketlieferungen von verschiedenen Paketdienstleistern eintreffen und übernommen werden müssen. Um die Relevanz dieses Punkts bewerten zu können, wurden die Kunden befragt, wie häufig solche Mehrfachlieferungen an einem Tag auftreten. Hierbei gaben 54 % der Befragten an, dass ihnen dies schon einmal passiert sei, weitere 22 % gaben an, dass ihnen dies öfters passiert. Diese Zahl steigt allerdings rapide auf 66 % an, wenn man die Heavy User separat betrachtet (siehe Abb. 4). Damit sind zwei Drittel dieser für den Handel wichtigen Kundengruppe vom Thema Mehrfachbelieferungen betroffen; und die Zahl der Heavy User wird aufgrund der prognostizierten Steigerung der Paketlieferungen weiter zunehmen.

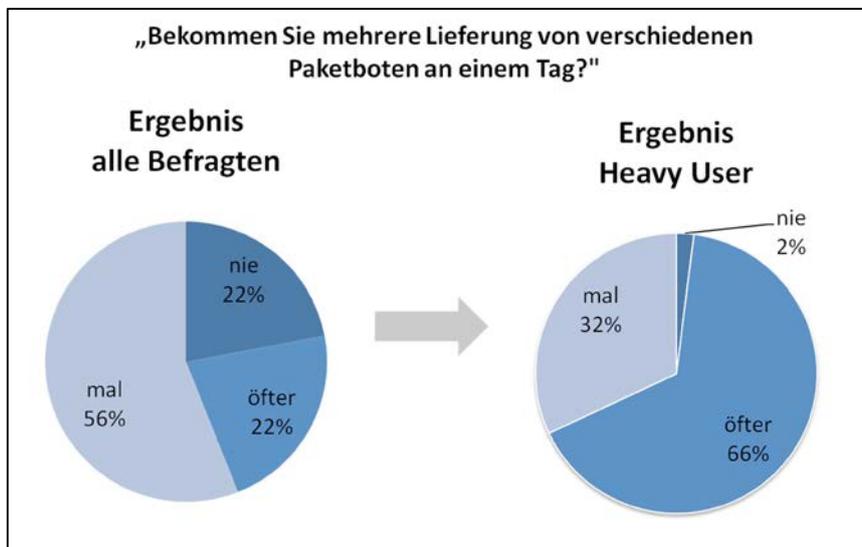


Abbildung 4: Umfrageergebnisse zu Mehrfachlieferungen durch unterschiedliche Paketdienstleister an einem Tag

2.3. Infrastrukturbelastung

Die steigende Anzahl an Zustellungen führt insbesondere in Städten zu einer zunehmenden Belastung der Infrastruktur, die immer gravierendere Auswirkungen auf Verkehr (Stau), Luftverschmutzung und Lärmbelästigung hat. So hat im August 2018 der Deutsche Städtetag an die Paketzusteller appelliert, dass die Zustellung „stadtverträglich und so effizient wie möglich abgewickelt werden“ muss. Die Umrüstung der Auslieferungsfahrzeuge auf Elektroantrieb (z. B. DHL) ist umwelttechnisch ein erster Ansatz, löst das Problem der Verstopfung der Straßen durch in zweiter Reihe parkende Zustellfahrzeuge aber nicht.

Die Ergebnisse zur Belastung der Straßen durch den Zustellprozess wurden durch die Begleitung der Paketboten und die Beobachtung ausgewählter Straßenzüge bzgl. des Zustellprozesses erhoben. So konnte festgestellt werden, dass bereits heute das Zustellfahrzeug im innerstädtischen Raum über 90% der Einsatzzeit steht und nicht fährt. Des Weiteren wurde ermittelt, dass in mindestens 30% der Stopps das Fahrzeug aufgrund der Parksituation in zweiter Reihe hält. Bei einer durchschnittlichen Tour-Dauer von ca. 5 Stunden ergibt sich daraus eine Zeit von 80 min pro Tour (meist Tag), die das Zustellfahrzeug den Kristallisationspunkt für Verkehrsstaus bildet. Die Straßenbeobachtung ergab, dass der Verkehr eines Straßenzuges zwischen 2 Querstraßen durch das Zweite-Reihe-Parken verschiedener Paketboten für eine Zeit von durchschnittlich 42 Minuten behindert war, bei einer Gesamtdauer der Auslieferungen von durchschnittlich 4 Stunden.

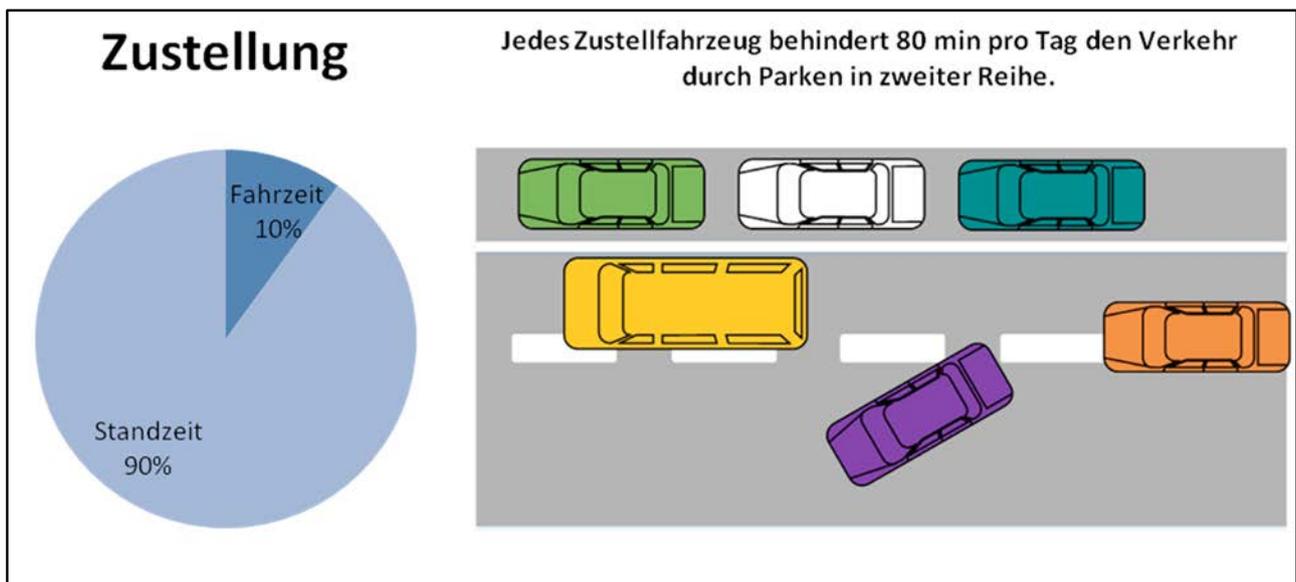


Abbildung 5: Umfrageergebnisse zur Belastung der Infrastruktur durch Zustellfahrzeuge

3. Ergebnisse: Kundenorientierte Zustellung der Zukunft

Die Ergebnisse der Kundenbefragung und deren Überprüfung durch die Begleitung von Paketboten sowie die Beobachtung von Straßenzügen haben gezeigt, dass die Leistungsfähigkeit der Paketzustellung heute nicht den vom Kunden erwarteten Service entspricht. Damit stellt sich nun die Frage, welche Erwartungen der Kunde an eine Zustellung hat, die den Kunden und seine Wünsche in den Mittelpunkt stellt und nicht der Effizienz des Prozesses auf der letzten Meile – so schlecht diese Effizienz weiterhin ist – jedweden Kundenservice opfert.

Hierzu wurden die Kunden nach fünf möglichen Services im Zusammenhang mit der Zustellung befragt. Alle genannten Services sind durch die Befragten als interessant und wünschenswert bewertet worden, allerdings wurde der Wunsch nach diesen fünf Services unterschiedlich stark gewichtet (siehe Abb. 5).

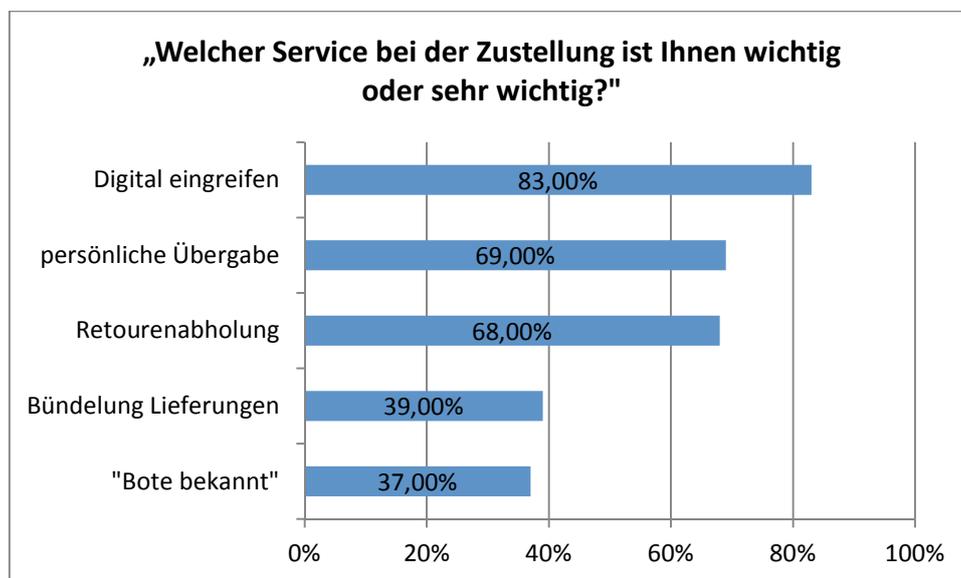


Abbildung 6: Umfrageergebnisse zu gewünschten Kundenservices bei der Paketbelieferung

In Zeiten der digitalen Kommunikation finden es die Kunden unverständlich, warum ein kundenseitiges Eingreifen in den Zustellprozess nicht möglich ist. 83% der Befragten wünschen sich dringend eine solche Möglichkeit. Die aktuell für den Kunden passiv bereitgestellten Informationen, wie das erfolgte Durchlaufen eines Cross-Docking-Punkts, oder die Mitteilung, dass das Paket bei einem Nachbarn abgegeben wurde, erhöhen nicht den Kundenservice. Im letzteren Fall beschleunigt es nur den Ärger über die nicht erfolgte persönliche Übergabe des Pakets.

Zwei weitere Services werden von der deutlichen Mehrheit der Befragten als „wichtig“ oder sogar „sehr wichtig“ angesehen: Die garantierte persönliche Zustellung durch eine

Zeitfensterangabe für die Übergabe (69%) sowie die Mitnahme von Retouren (68%). Beide Services werden punktuell durch Paketdienstleister bereits angeboten, aber in der Wahrnehmung der Kunden sind diese noch zu weit von der Etablierung als Standardleistung im Rahmen der Zustellung entfernt. Die bisher genannten drei Services werden im Übrigen in allen Kategorien (Alterskohorte, Wohnumfeld etc.) mit gleicher Stärke von der Zustellung der Zukunft erwartet.

Anders verhält es sich bei den noch folgenden zwei Services: Zum einen wurde gefragt, wie wichtig den Kunden die Bündelung von Sendungen verschiedener Lieferanten, auch über die reine Paketsendung hinaus (Lebensmittel, Apotheke etc.), ist. Zum anderen ging es darum, wie wichtig ein persönlicher Kontakt zum Paketboten ist, der durch eine Kontinuität und dadurch die Bekanntheit des Boten entsteht – vergleichbar dem Konzept „mein Postbote“. Beide Services werden von allen Befragten mit 39% (Bündelung) sowie 37% (Bote bekannt) als „wichtiger“ oder „sehr wichtiger“ Wunsch bewertet. Hier verschiebt sich das Ergebnis stark, wenn man spezielle Gruppen der Befragten herausgreift. So verdoppelt sich der Wert für „sehr wichtig“ beim Service Bündelung, wenn man die Gruppe derjenigen herausgreift, die bereits heute mehrfach pro Tag beliefert werden. Wie oben beschrieben, sind dies zum Großteil Heavy User, also die für den Handel besonders interessanten Kunden (siehe Kapitel 1.5). Auch die befragten Gewerbetreibenden befürworten eine gebündelte Anlieferung, da die Paketannahme jedes Mal eine Unterbrechung ihrer Geschäftstätigkeit bedingt. Der Wunsch nach einem „bekannten Gesicht“ beim Klingeln durch den Paketboten nimmt in zwei Befragungsgruppen stark zu. Zum einen ist dies die Alterskohorte 60+: Hier verdoppelt sich der Wert, die diesen Service als „sehr wichtig“ einstufen, genauso in der Gruppe der Heavy User. Da prognostiziert wird, dass genau diese beiden genannten Gruppen – Alterskohorte 60+ und Heavy User – stark wachsende Kundengruppen im E-Commerce sind, ist die Relevanz der Services „Bündelung“ und „Bote bekannt“ trotz der geringeren Werte bei allen Befragten nicht zu unterschätzen.

4. Kundenorientierte Zustellung – ein Konzept

Es stellt sich nun die Frage, wie die Zustellung in Zukunft so organisiert werden kann, dass die im Kapitel 3 zusammengestellten Wünsche der Kunden erfüllt werden. Dabei müsste zusätzlich die Infrastruktur weniger belastet werden als im heutigen System. Und der Prozess der Zustellung dürfte natürlich nicht weniger wirtschaftlich sein als heute – vielleicht sogar noch etwas wirtschaftlicher. Hierbei kann als erstes festgestellt werden, dass die Paketversandprozesse im bestehenden Wettbewerb bereits sehr gut organisiert sind und keiner sprunghaften Verbesserung bedürfen – bis auf den einen, abschließenden Teil der Zustellung: die letzte Meile. Alle in der Befragung erfassten kritischen Punkte sowie Wünsche für Prozessverbesserungen beziehen sich auf die letzte

Meile; in diesem Teil der Paketzustellung muss über radikal veränderte Lösungen nachgedacht werden. Eine dieser Lösungen wird im Folgenden vorgestellt.

4.1. Alternativkonzept „Kiez-Bote“

Die grundsätzliche Idee des Konzepts „Kiez-Bote“ besteht in der Entkopplung des ungelösten Prozessschritts der letzten Meile aus dem Gesamtprozess des Paketversands. Ein separater Dienstleister – hier „Kiez-Bote“ genannt – übernimmt diesen Teil der Leistungserbringung. Aufgrund des noch zu beschreibenden lokalen Charakters des Kiez-Boten steht er nicht in Konkurrenz zu den bestehenden Paketdienstleistern (DHL, Hermes etc.), sondern ergänzt deren Leistung auf dem für sie schwierigen Abschnitt der letzten Meile.

Der Kiez-Bote übernimmt dabei für einen begrenzten städtischen Raum – dem Kiez – die Zustellung von Paketen unterschiedlicher Paketdienstleister und verbindet dies mit Lieferungen lokaler Anbieter (Apotheke, Blumenladen etc.). Auch Lebensmittellieferungen und Retouren können über ihn abgewickelt werden. Hierzu bündelt er alle Anlieferungen an seine Kunden in z. B. einem Ladenlokal. Über eine Kommunikations-App ist er mit seinen Kunden verbunden und meldet u. a. die Ankunft von Sendungen; der Kunde selbst steuert aktiv den Zustellprozess auf der letzten Meile, so dass eine persönliche Übergabe gewährleistet werden kann. Durch diese intelligente Vernetzung aller Partner in der Supply Chain (Versender/lokaler Dienstleister, Paketdienstleister, Kiez-Bote, Kunde) wird eine individuelle, gezielte Zustellung möglich. Die Beschränkung auf den lokalen Raum ermöglicht dem Kiez-Boten zudem alternative Anlieferungen mit umwelt- und infrastrukturfreundlichen Fahrzeugen (Lastenfahrrad, Handkarren etc.). Die folgende Abbildung 7 verdeutlicht die mögliche Auslieferstruktur eines Kiez-Boten für einen ausgewählten Kiez in Berlin.



Abbildung 7: Belieferungskonzept Kiez-Bote

Da die Steuerung der Zustellprozesse durch den Kunden erfolgt, muss der Kiez-Bote über eine dynamische Tourenplanung verfügen, die sowohl nicht motorgetriebene Fahrzeuge wie Lastenfahräder und Handkarren gleichberechtigt berücksichtigt, als auch die Struktur der städtischen Bebauung mit Hinterhäusern und mehreren Stockwerken ohne Fahrstuhl in die Planung einbezieht (3D-Tourenplanung).

4.2. Vorteile des Konzepts mit Blick auf die Ergebnisse der Studie

Vergleicht man die Anforderungen und Wünsche der Kunden aus Kapitel 3 an die ideale Zustellung, so erfüllt der lokale Kiez-Bote diese in weiten Teilen:

- Die Möglichkeit des aktiven Eingreifens in den Zustellprozess durch den Kunden ist mit der Kommunikations-App gegeben. Die grundsätzliche Ausrichtung des Kiez-Boten-Konzepts, dass der Kunde selbst den Zustellprozess auf der letzten Meile steuert, übererfüllt diesen Kundenwunsch sogar.
- Die persönliche Übergabe an den Kunden ist im Kiez-Boten-Konzept immer gewährleistet; damit können auch Lebensmittellieferungen übernommen werden, da Tiefkühl- oder Frischeware beim Kiez-Boten im Ladenlokal fachgerecht gelagert werden kann (Kühlschränke, Tiefkühlschränke).
- Die Mitnahme von Retouren ist problemlos möglich; diese werden vom Kiez-Boten gebündelt an die jeweiligen Paketdienstleister weitergeleitet. Zusätzlich können Lieferungen aus dem lokalen Umfeld (z. B. Apotheke, Wäscherei) übernommen und gebündelt an den Kunden weitergereicht werden.

- Die Bündelung zu einer Lieferung verschiedener Quellen ist Kernelement des Kiez-Boten-Konzepts: Der Kunde erhält *alle* Lieferungen am von ihm gesteuerten Zeitpunkt persönlich, auch eine Bündelung über mehrere Tage ist möglich, da der Kiez-Bote über geeignete Zwischenlagermöglichkeiten verfügt.
- Da es sich beim Kiez-Boten um einen lokalen Kleinbetrieb handelt, ist die Vertrautheit, die sich nach kurzer Zeit mit den Kunden ergeben wird, ein zentraler Bestandteil des Konzepts. Ein bekanntes Gesicht wird die gebündelten Sendungen persönlich dem Kunden übergeben.

Aber es werden nicht nur die Kundenwünsche an eine ideale Zustellung weitestgehend erfüllt. Auch die Infrastruktur wird durch das Kiez-Boten-Konzept deutlich entlastet. Die Paketdienstleister fahren im Kiez nur noch einen Punkt (das Ladenlokal) gezielt an, die Standzeiten in zweiter Spur enger Nebenstraßen werden vollständig vermieden. Die Auslieferung im Kiez erfolgt aufgrund der räumlichen Einschränkung mit Lastenfuhrädern und Handkarren, die weder Umwelt noch Infrastruktur in der bisherigen Weise belasten.

4.3. Wirtschaftlichkeit des Konzepts – eine erste Abschätzung

Ob das Konzept des Kiez-Boten eine praktikable Lösung für das Problem der letzten Meile im städtischen Umfeld sein kann, wird sich an der Wirtschaftlichkeit des Konzepts erweisen. Die Kosten, die beim Betrieb eines lokalen Kiez-Boten entstehen, können durch zwei unterschiedliche Einnahmequellen gedeckt werden: Zum einen besteht die Möglichkeit, dass die Kunden des Kiez-Boten für den deutlich höheren Service der Zustellung eine Gebühr bezahlen. Dies erscheint unter dem Gesichtspunkt realistisch, da sich Amazon-Prime mit seinem besonderen Lieferservice auch über Gebühren finanziert und keine Probleme hat Kunden zu gewinnen. Allerdings würde diese Finanzierung das Konzept auf eine Kundengruppe – die Zahlungswilligen – reduzieren und damit den Effekt der radikalen Veränderung der Zustellprozesse auf der letzten Meile verwässern. Die andere Art der Finanzierung wäre eine monetäre Abgabe der Paketdienstleister an den Kiez-Boten, z. B. je Paket. Wirtschaftlich gesehen werden die Prozesse des Paketdienstleisters auf der letzten Meile eliminiert, er braucht keine Auslieferung mehr, sondern sein letzter Prozessschritt ist die gebündelte Anlieferung an den Kiez-Boten. Die eingesparten Kosten könnten dem Kiez-Boten vergütet werden. Durch die gebündelte Auslieferung müsste es dem Kiez-Boten möglich sein, die Zustellung auf der letzten Meile kostengünstiger als die Paketboten der unterschiedlichen Dienstleister abzuwickeln; damit ließen sich die zusätzlichen Services des Kiez-Boten finanzieren.

Ob eine der beide Arten der Finanzierung ausreichen, um die Kosten des Kiez-Boten zu decken, wird sich erst nach Erprobung des Konzepts zeigen. Aktuell haben die Autoren einen Projektantrag gestellt, um im Rahmen eines Pilotversuchs die Machbarkeit und vor allem die Finanzierbarkeit des Projekts zu überprüfen.

Natürlich wird die Ausbreitung des Konzepts davon abhängen, ob die Paketdienstleister bereit sind, Ihre Pakete nicht mehr direkt an den Kunden, sondern über den Zwischenschritt des Kiez-Boten auszuliefern. Hier bestehen noch große Widerstände, da die Dienstleister den Kontakt zum Kunden nicht verlieren wollen. Das Interesse der Kunden und der Versender besteht aber darin, den Kundenservice in der Zustellung – wie beschrieben – deutlich zu verbessern. Wenn dies nur über eine solche Bündelung auf der letzten Meile möglich sein sollte, werden Kunden und Versender Druck ausüben müssen, um die Paketdienstleister von einem Perspektivwechsel zu überzeugen. Die Wünsche des Kunden müssen – auch bei der Zustellung von Paketen – am Ende den Prozess bestimmen.

Über die Autoren

Dr. Stephan Seeck ist seit 11 Jahren Professor, aktuell für Produktion, Logistik und Supply Chain Management an der HTW Berlin. Er hat an der TU Berlin Physik studiert und sich dort auch promoviert. Dem schloss sich eine bis heute andauernde Beratungstätigkeit im Gebiet der Logistik und des Supply Chain Managements an. Aktuell ist Prof. Seeck parallel zu seiner Professur als Vice President bei der 4flow AG mit den Schwerpunkten Handel und Konsumgüter tätig. Prof. Seeck verbindet damit Wissenschaft und Praxis, was u. a. durch sein Buch „Erfolgsfaktor Logistik“ sowie die Verantwortung für die große Handelslogistik-Studien der BVL im Jahre 2014 deutlich wird.

Marco Göhr (M. Eng.) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTW Berlin mit dem Schwerpunkt auf Themen aus dem E-Commerce. Er hat an der TH Wildau Logistik studiert und dort auch seinen Masterabschluss im Fach Technisches Management & Logistik gemacht. Die logistische Praxis ist ihm durch seine Erfahrung aus seiner Berufstätigkeit in der Automobil- und Lebensmittelindustrie, Praktika und Unternehmensprojekten bekannt. Zudem arbeitete er als Studentischer Mitarbeiter im Bereich Verkehrstechnologie, -forschung und Verkehrsmanagement bei der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz.

Quellenverzeichnis

- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2016). Berliner Bevölkerungsstruktur. Potsdam.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2016). Verteilung Einfamilienhäuser. Potsdam.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2016). Verteilung Single Haushalte. Potsdam.
- bevH-Studie. (2017). Interaktiver Handel in Deutschland.
- Bundesverband Paket & Express Logistik. (Juli 2018). KEP-Studie 2018 – Analyse des Marktes in Deutschland.
- European Cycle Logistics Federation. (April 2018). *eclf.bike/berlin2018/index.html*. Abgerufen am 21. August 2018 von <http://eclf.bike/berlin2018/index.html>
- Fraunhofer Gesellschaft. (2005-2008). *ipk.fraunhofer.de*. Abgerufen am 22. August 2018 von https://www.ipk.fraunhofer.de/geschaeftsfelder/verkehrstechnik/projekte/projektarchiv/einzelnes-vt-archivprojekt/?tx_ttnews%5Byear%5D=2014&tx_ttnews%5Bmonth%5D=10&tx_ttnews%5Bday%5D=24&tx_ttnews%5Btt_news%5D=166&cHash=d3eb0fc6c6bf6c414ca6f61c08b98f40
- Fraunhofer-Gesellschaft. (2010-2012). *ipk.fraunhofer.de*. Abgerufen am 22. August 2018 von https://www.ipk.fraunhofer.de/geschaeftsfelder/verkehrstechnik/projekte/projektarchiv/einzelnes-vt-archivprojekt/?tx_ttnews%5Byear%5D=2014&tx_ttnews%5Bmonth%5D=10&tx_ttnews%5Bday%5D=24&tx_ttnews%5Btt_news%5D=167&cHash=1454e40d607bd605d40ccf463c3135d7
- Seventh Framework Programme. (2011-2014). *furbot.eu*. Abgerufen am 30. August 2018 von <http://www.furbot.eu/overview.shtml>
- Seventh Framework Programme. (2015). *smartfusion.eu*. Abgerufen am 30. August 2018 von <http://www.smartfusion.eu/methodology>
- Seventh Framework Programme. (2011-2014). *strightsol.eu*. Abgerufen am 30. August 2018 von <http://www.strightsol.eu/overview.htm>
- statista. (2017). *www.statista.de*. Abgerufen am 11. August 2018 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/805038/umfrage/haeufigkeit-der-bestellung-von-waren-im-e-commerce-nach-land-stadt-in-deutschland/>
- Wirtschaftswoche. (04. April 2018). *www.wiwo.de*. Abgerufen am 02. September 2018 von <https://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/post-macht-ernst-mit-dem-streetscooter-der-naechste-schritt-zum-autobauer/21141916.html>

C4

Thesis Conference

Konzepterstellung für die Implementierung automatisierter Warehouse on Wheels Prozesse mittels fahrerloser Transportsysteme am Beispiel des BMW Group Werks Leipzig

Dana Clauer, Frankfurt University of Applied Sciences

Motivation

Aufgrund der voranschreitenden Globalisierung und im Zuge der erhöhten Komplexität, ist die Automobilindustrie bestrebt, schlanke und agile Prinzipien und Methoden auf die gesamte Wertschöpfungskette, also sowohl auf die Intralogistik als auch auf Werkstransporte anzuwenden. Während die Automatisierung der Transporte innerhalb der Werkshallen mittels moderner Fördertechnik, fahrerlosen Transportfahrzeugen und autonomen Transportsystemen bereits umgesetzt werden konnte, sind die Transporte außerhalb der Werkshallen weiterhin größtenteils von manuellen Vorgängen geprägt. Der Automatisierungsgrad von Outdoor- im Vergleich zu Indoor-Transporten fällt in der Automobilindustrie deutlich geringer aus. Hieraus ergab sich die Zielsetzung dieser Forschungsarbeit – die Erstellung eines Konzeptes für die Automatisierung von Transporten auf dem Werksgelände mittels fahrerloser Transportsysteme am Beispiel des Warehouse on Wheels Prozesses (WOW).

Vorgehensweise

Im erarbeiteten Stand der Technik wurden zunächst die theoretischen Grundlagen in den Bereichen Intralogistik, Nutzfahrzeugtechnik sowie automatisierte und autonome Transportsysteme beleuchtet. Anlieferkonzepte, wie unter anderem das WOW-Prinzip, wurden vorgestellt. Darüber hinaus wurden Charakteristika der Sattelzugmaschine und des Sattelauflegers präsentiert. Der Fokus im Stand der Technik lag insbesondere bei fahrerlosen Transportsystemen im Outdoor-Bereich, dessen Navigationstechnologien und der entsprechenden Sicherheitssensorik. Dabei wurde ein Mangel an personenzertifizierter Outdoor-Sensorik für Industrieanwendungen auf dem Markt identifiziert.

Für die Generierung des Gesamtkonzeptes wurden sowohl Methoden mit quantitativen, als auch qualitativen Aussagen verwendet. Zunächst folgt die Vorstellung und Erläuterung der Nutzwertanalyse und Kapitalwertmethode. Im darauffolgenden Abschnitt wurde der aktuelle Anwendungsfall im BMW Group Werk Leipzig detailliert betrachtet. Zudem erfolgte eine Einteilung der zu betrachtenden Bereiche. Mit Hilfe der Aufnahme des IST-Zustands wurden die manuellen Arbeitsschritte des WOW-Prozesses unter realen Bedingungen aufgezeigt. Erst die detaillierte Darstellung der aktuellen IST-

Situation ermöglichte die Ableitung des notwendigen Handlungsbedarfs. Dieser setzte zunächst die Generierung von Anforderungen voraus. Mittels der theoretischen Grundlagen und der IST-Situation wurden die drei prägnantesten Anforderungen je Bereich identifiziert. Aufbauend auf diesen Anforderungen an das fahrerlose Transportsystem konnte anschließend mittels Nutzwertanalysen das Gesamtkonzept für die Implementierung automatisierter WOW-Prozesse generiert werden. Hierzu wurden, mit Hilfe von Prozessspezialisten, Lösungsalternativen für die jeweiligen Anforderungen definiert. Diese Alternativen sind in den spezifischen Nutzwertanalysen je Anforderung gegenübergestellt und mittels der fünf festgelegten Kriterien Kosten, Aufwand der Realisierbarkeit, Geschwindigkeit des Prozesses, Verfügbarkeit und Automatisierbarkeit bewertet worden. Es konnte gezeigt werden, welche Anforderungen bestmöglich umzusetzen sind, um eine wirtschaftlich sinnvolle Implementierung automatisierter WOW-Prozesse durchführen zu können. Dabei wurde deutlich, dass eine stufenweise Automatisierung der Detailprozesse notwendig ist. Einige Ergebnisse der Nutzwertanalysen deuteten deutlich darauf hin, den bewerteten Prozessschritt im ersten Schritt manuell durchzuführen. Beginnend mit dem Kernprozess – dem automatisierten Fahren von Sattelaufliegern mittels fahrerlosen Transportsystemen – wurde empfohlen, Prozesse, wie etwa das Schließen der Hecktüren, zunächst manuell durchzuführen.

Ergebnisse

Die Prüfung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtkonzeptes mittels der Kapitalwertmethode ergab einen negativen Kapitalwert, was zunächst auf eine nicht-vorteilhafte Investition hindeutet. Die Erstanschaffung eines neu entwickelten Systems, wie bei dem fahrerlosen Transportsystem des WOW-Prozesses der Fall, ist mit einer höheren Investition verbunden als bei einem etablierten System. Erst mit der Erhöhung der Stückzahlen sinken die Kosten beim Hersteller und demzufolge auch beim Abnehmer. Trotz allem wurde mit der Kapitalwertmethode ebenfalls gezeigt, wie lange es dauert, bis sich die Kosten der Anschaffung eines fahrerlosen Transportsystems amortisieren und wie sich die Kosten eines neu entwickelten fahrerlosen Transportsystems im Vergleich zum aktuell manuellen Prozess verhalten. Abschließend wurde empfohlen – trotz des negativen Kapitalwertes – Investitionen bzw. Projekte mit innovativem Charakter, wie es die Automatisierung des WOW-Prozesses darstellt, nicht im Vorhinein abzulehnen. Die Vorteile, wie beispielsweise die präzisere Fahrzeugnavigation, die optimale Nutzung des Fahrzeuges und der Ladung sowie insbesondere des Wissensaufbaus und Technologievorsprungs sprechen für die Umsetzung von Automatisierungsvorhaben.

**Konzeption eines strategischen Kennzahlenmodells zur
Identifikation von Optimierungspotenzialen in logistischen
Distributionsnetzwerken der BASF**

Problemstellung und Motivation

Zielsetzung

Ergebnisse

Ausblick

Literaturverzeichnis

Konzeption eines strategischen Kennzahlenmodells zur Identifikation von Optimierungspotenzialen in logistischen Distributionsnetzwerken der BASF

Lisa Schicht, Fachhochschule Münster

Problemstellung und Motivation

Das Umfeld produzierender Unternehmen ist von dynamischen Marktverhältnissen geprägt. Neben der anhaltenden wirtschaftlichen Vernetzung gelten informations- und kommunikationstechnologische Innovationen sowie verkürzte Produktlebenszyklen als Treiber dieser Dynamik. Der daraus resultierende Konkurrenz- und Kostendruck sowie steigende Kundenbedürfnisse erfordern die kontinuierliche Anpassungsfähigkeit von Unternehmen.¹

Um die Wettbewerbsfähigkeit in einem derart komplexen Marktumfeld zu sichern und nachhaltig zu steigern, gewinnt die kosten- und serviceoptimierte Gestaltung der betrieblichen Wertschöpfungskette zunehmend an Bedeutung. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem distributionslogistischen Teilsystem. Als Bindeglied zwischen Produktion und Absatzmarkt beeinflusst die Distribution u. a. kostenseitig die Lager- und Transportkosten sowie serviceseitig die Lieferqualität und -flexibilität. Sie ist daher als absatzpolitisches Instrument zu verstehen.²

Um Ansätze für kosten- und service-basierte Optimierungen zu erschließen, werden Performance Measurement-Modelle zu handlungsweisenden Navigationshilfen für Unternehmen. Im Gegensatz zu traditionellen Kennzahlensystemen stellen Performance Measurement-Systeme mehrdimensionale, prozessbezogene und unternehmensexterne Indikatoren bereit, um den Anforderungen der Interessengruppen innerhalb und außerhalb des Unternehmens gerecht zu werden.³

Zwar ist die Disziplin des Performance Measurement in Theorie und Praxis etabliert, sie wurde jedoch bisher nur ungenügend aus distributionslogistischer Perspektive betrachtet. Die Entwicklung eines strategischen, kennzahlenbasierten Performance Measurement-Modells für Distributionsnetze verspricht vergangene und gegenwärtige Logistikleistungen zielgruppengerecht zu kommunizieren, Transparenz über die strukturellen Merkmale eines Distributionsnetzes zu erhalten sowie Handlungsbedarfe zur Verbesserung prozess- und ergebnisorientierter Kennzahlen aufzuzeigen.

1 Vgl. Steffens 2014, S. 5.

2 Vgl. Dietel 1997, 52ff.

3 Vgl. Sprotte 2009, S. 54

Zielsetzung

Um einen Beitrag zum Ausgleich des Forschungsdefizits zu leisten, besteht das übergeordnete Ziel der Masterarbeit darin, in Kooperation mit dem Chemiekonzern BASF SE ein strategisches Kennzahlenmodell zu entwerfen, mithilfe dessen in Distributionsnetzwerken Handlungsbedarfe und Optimierungspotenziale entlang der Dimensionen Kosten und Service identifiziert werden können. Ausgehend von dieser Zielsetzung leiten sich vier zentrale Fragekomplexe ab, die im Rahmen der Masterarbeit beantwortet werden:

- (1) Zunächst stellt sich die Frage, welche theoretischen Konzepte für das Performance Measurement von Distributionsnetzwerken in der akademischen Literatur existieren. Hierzu soll der aktuelle Forschungsstand dargestellt werden.
- (2) Weiterhin ergibt sich die Frage, ob und mit welcher Reife sich BASF bereits der strategischen Performance-Messung von Distributionsnetzwerken angenommen hat. Hierzu sollen bestehende Initiativen einzelner Geschäftsbereiche identifiziert und deren Reife beurteilt werden.
- (3) Ferner soll der Fragestellung nachgegangen werden, welche Kennzahlen und welches Performance Measurement-Instrument für die dargestellte Aufgabenstellung geeignet erscheinen. Als Ergebnis dieser Untersuchung ergibt sich die Entwicklung eines strategischen Kennzahlensystems.
- (4) Letztlich stellt sich die Frage, welchen Ergebnisbeitrag das Kennzahlenmodell in der Unternehmenspraxis leistet. Ziel ist es, den anwendungsbezogenen Nutzen des Konzeptes zu untersuchen.

Ergebnisse

Der Literatur Review hat gezeigt, dass das strategische Performance Measurement von Distributionsnetzwerken eine bis dato kaum betrachtete Forschungsfrage ist, die tiefergehender Untersuchungen bedarf. Die überwiegende Mehrheit der Suchergebnisse behandeln die Anwendung der Theorien und Konzepte des Performance Measurement auf die gesamte Supply Chain-Prozesskette (Supply Chain Performance Measurement). Zwischen den Jahren 1998 und 2017 sind seither mehr als 60 Beiträge veröffentlicht worden. Während in der ersten Hälfte des Betrachtungszeitraumes (1995-2006) lediglich 12 Artikel zu diesem Thema publiziert wurden, belief sich die Anzahl von Veröffentlichungen in der zweiten Hälfte (2007-2017) auf 51.⁴ Dieser Anstieg deutet auf ein verstärktes Forschungsinteresse und die zunehmende Bedeutung des Supply Chain Performance Measurement hin. Trotz der Anzahl und Vielfalt existierender Beiträge ist Performance Measurement im Supply Chain-Kontext ein sehr junges Forschungsfeld, das noch unzureichend erforscht ist und inhaltliche

⁴ Vgl. Balfaiah et al. 2016, 133 f

Defizite aufweist.^{5 6} Bspw. wird die Unvollständigkeit und Inkonsistenz der Kennzahlenauswahl, die fehlende Verbindung zur Supply Chain-Strategie sowie die mangelnde Berücksichtigung der unternehmensexternen Perspektive bei der Entwicklung bestehender Kennzahlenmodelle kritisiert.^{7 8 9} Einen weiteren, wesentlichen Kritikpunkt sehen Autoren wie Seiler, Morgan sowie Kurien und Qureshi in der fehlenden Berücksichtigung der strukturellen Netzwerkkomponente von Supply Chains.^{10 11 12} Es wird gefordert, dass Kennzahlenmodelle nicht nur kosten- und servicebezogene Maßzahlen enthalten, sondern auch Kenngrößen zur Beschreibung der Struktur von Supply Chain Netzwerken. Ziel ist es, Transparenz über die Performance und Struktur von Wertschöpfungsnetzen sowie deren kausale Wechselwirkungen darzustellen.

Im Zuge der Ist-Analyse wurde die Reife bestehender Kennzahlensysteme für die Performance-Messung von Distributionsnetzwerken bei BASF bewertet. Die Analyse existierender Bewertungsmodelle aus der Literatur legte offen, dass diese weder die inhaltlichen noch formalen Gestaltungsanforderungen adäquat adressieren. In einem iterativen Vorgehen nach Becker, Knackstedt und Pöppelbuß¹³ wurde ein neues, vierstufiges Reifegradmodell zur Bewertung der Kennzahlen, Stakeholder, Befähigungsfaktoren sowie des Datenmanagements von Performance Measurement-Systemen entwickelt und anhand der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung evaluiert. Literaturrecherchen und Experteninterviews bilden die inhaltliche Grundlage des Modells.

Die Konzeption des Kennzahlenmodells erfolgte in einem sechsstufigen Vorgehen. Zunächst wurden mithilfe interner sowie externer Informationsquellen und unter der Beachtung inhaltlicher und formaler Auswahlkriterien eine Ausgangsbasis potentiell relevanter Kennzahlen definiert. Im zweiten Schritt wurden diese durch Expertenbefragungen validiert und die finale Auswahl von 14 Indikatoren vorgestellt. Im dritten Schritt fand eine Vorstellung von vier ausgewählten Performance Measurement-Instrumenten statt. Mithilfe einer Nutzwertanalyse wurde deren Eignung anhand von sechs Anforderungskriterien geprüft. Die Balanced Scorecard stellte das zu favorisierende Konzept dar. Die Validierungsphase legte jedoch offen, dass dieses Instrument den internen Erwartungen nicht gerecht wird. Auf Basis der angeführten Kritikpunkte wurde ein neues Instrument konzipiert, welches drei Ebenen zur Differenzierung von Eignungs- und Struktur-Kennzahlen sowie service- und kostenbezogenen Performance-Kennzahlen umfasst. Im fünften Schritt wurden die validierten Kennzahlen unter Beachtung kausaler Wirkzusammenhänge in das Instrument eingebunden.

5 Vgl. Winkler 2012, S. 14

6 Vgl. Sillanpää 2010, S. 13

7 Vgl. Gunasekaran et al. 2004, 335 ff

8 Vgl. Sillanpää und Kess 2012, S. 86

9 Vgl. Lambert und Pohlen 2001, S. 5

10 Vgl. Seiler 2016, 42 f

11 Vgl. Morgan 2007, 257 ff

12 Vgl. Kurien und Qureshi 2011, 21 ff

13 Vgl. Becker et al. 2009.

Abschließend wurden unternehmensspezifische Handlungsempfehlungen formuliert. Die Fülle von Empfehlungen spricht für die Überlegung, dass die Konzeption und Nutzung eines Performance Measurement-Systems an eine Vielzahl organisatorischer und technologischer Erfolgsfaktoren geknüpft ist.

Ausblick

Angesichts des theoretischen und betrieblichen Interesses an der Performance-Messung von Distributionsnetzen ergeben sich Felder für weiterführende Forschungen. Die Arbeit hat verdeutlicht, dass Performance Measurement unter Einbezug der Supply Chain Strategie eines Unternehmens(-bereiches) erfolgen sollte. Es erscheint daher sinnvoll in weiteren Arbeiten differenzierte Kennzahlenmodelle zu gestalten, die auf die Strategien verschiedener Supply Chain-Typen zugeschnitten sind. Zur Identifikation von Struktur-Kennzahlen wurden auf die vielfältigen Erkenntnisse der sozialen Netzwerktheorie zurückgegriffen. Die logistische Netzwerkforschung weist hingegen einen geringen Entwicklungsstand auf und bedarf ebenfalls weitergehender Untersuchungen. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen könnte ein weiteres Forschungsziel darin bestehen, existierende Supply Chain Performance Measurement-Konzepte um Struktur-Kennzahlen zu ergänzen, um ein durchgängiges, umfassendes Kennzahlensystem zu entwerfen. Abschließend ist der Untersuchungsbedarf bei der Identifikation und Bewertung von Wirkbeziehungen zwischen Kennzahlen zu nennen. Bestehende Literatur gibt dazu kaum methodische Hilfestellungen.

Literaturverzeichnis

- Balfaqih, Hasan; Nopiah, Zulkifli Mohd.; Saibani, Nizaroyani; Al-Nory, Malak T. (2016): Review of supply chain performance measurement systems. 1998–2015. In: *Computers in Industry* 82, S. 135–150. DOI: 10.1016/j.compind.2016.07.002.
- Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf; Pöppelbuß, Jens (2009): Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen. In: *Wirtschaftsinformatik Proceedings Paper 44*, S. 535–544.
- Dietel, A. (1997): Lieferserviceorientierte Distributionslogistik. Fallstudienbasierte Untersuchung in der Bauzulieferindustrie. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag. Online verfügbar unter <https://books.google.com.hk/books?id=bb2SBwAAQBAJ>.
- Gunasekaran, A.; Patel, C.; McGaughey, Ronald E. (2004): A framework for supply chain performance measurement. In: *International Journal of Production Economics* 87 (3), S. 333–347. DOI: 10.1016/j.ijpe.2003.08.003.

- Kurien, G. P.; Qureshi, M. N. (2011): Study of performance measurement practices in supply chain management. In: *International Journal of Business, Management and Social Sciences* 2 (4), S. 19–34.
- Lambert, Douglas M.; Pohlen, Terrance L. (2001): Supply Chain Metrics. In: *International Journal of Logistics Management* 12 (1), S. 1–19. DOI: 10.1108/09574090110806190.
- Morgan, Chris (2007): Supply network performance measurement. Future challenges? In: *International Journal of Logistics Management* 18 (2), S. 255–273. DOI: 10.1108/09574090710816968.
- Seiler, A. (2016): Measuring Performance in Supply Chain Networks. Dissertation. Salford. University of Salford. Online verfügbar unter usir.salford.ac.uk/40735/1/_thesis_Measuring_Performance_in_SCN-SeilerA.pdf, zuletzt aktualisiert am 2016, zuletzt geprüft am 02.10.2017.
- Sillanpää, Iikka (2010): Supply chain performance measurement in the manufacturing industry. A single case study research to develop a supply chain performance measurement framework. Oulu: University of Oulu (2011), zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Sillanpää, Iikka; Kess, Pekka (2012): The Literature Review of Supply Chain Performance Measurement in the Manufacturing Industry. In: *Management and Production Engineering Review* 3 (2), S. 79–88.
- Sprotte, A. (2009): Performance Measurement auf Basis von Kennzahlen aus betrieblichen Anwendungssystemen. Arbeitsbericht. Koblenz, zuletzt geprüft am 23.11.2017.
- Steffens, Anja (2014): Logistische Wandlungsbefähiger. Entwicklung eines kontextbasierten Gestaltungsmodells für die industrielle Logistik. Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2013. Berlin: Universitäts-Verlag der TU Berlin (Schriftenreihe Logistik der Technischen Universität Berlin, Bd. 27).
- Winkler, Carsten (2012): Supply Chain Controlling. Konzeption und Gestaltung. Dissertation. Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Düsseldorf, zuletzt geprüft am 13.10.2017.

Designing and Scheduling Cost-Efficient Tours by Using the Concept of Truck Platooning

- 1. Introduction**
- 2. Research Approach**
- 3. Setup of Computational Study**
- 4. Results**
- 5. Reference List**

Designing and Scheduling Cost-Efficient Tours by Using the Concept of Truck Platooning

Florian Stehbeck, Chair for Logistics and Supply Chain Management, Technical University of Munich (TUM)

1. Introduction

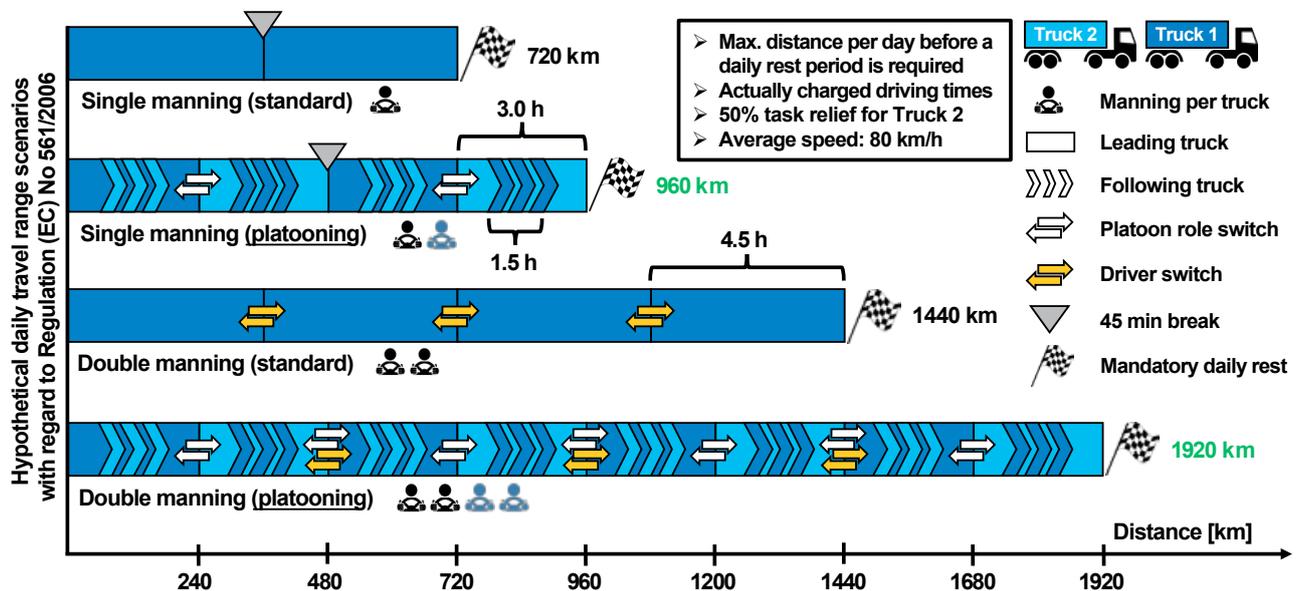
“Truck Platooning is the future of transportation in which trucks drive cooperatively at less than 1 second apart made possible by automated driving technology” (Janssen et al., 2015). The basic idea behind platooning is as simple as effective: two or more trucks form a digitally connected convoy with small inter-vehicle distances such that especially the non-leading vehicles can benefit from a reduced aerodynamic drag when trailing – and thus primarily reduce their fuel consumption. While the leading truck is driven manually, the trailing vehicles are controlled automatically by an on-board system called Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC). In other words: if the Platoon Leader (PL) brakes, decelerates or accelerates, the Platoon Followers (PFs) brake, decelerate or accelerate with a negligible time lag as well (see Alam, 2014). Not least because of this synchronized digital process sequence, semi-autonomous “[t]ruck platooning can be considered as a first step towards automated freight transportation” (Bhoopalam et al., 2017).

This promising transport concept leads to a whole range of significant advantages. Next to noteworthy societal benefits in terms of overall emission reduction, optimized road capacities and higher traffic safety, the economic value added of platooning is of particular interest for the transport industry’s business case.

First and foremost, such a road train configuration results in an increased overall fuel economy of trucks – especially for those exploiting the slipstream effect behind the PL. Different studies and experiments have been carried out to investigate the fuel consumption behavior of single trucks within a platoon in different scenarios (see e.g. Tsugawa, 2013). Their results show saving potentials of up to 22% for the PF under idealized highway conditions, while even the leading vehicle can profit from a reduced air pressure and less turbulences behind the vehicle with a fuel saving rate of up to 10%.

However, it is also expected that platooning will have a considerable influence on labor costs as well. Janssen et al. (2015) give an outlook and highlight two main reasons. On the one hand, the following driver’s efficiency can be optimized by performing administrative tasks while trailing semi-autonomously behind a preceding truck. On the other hand, this reduced required alertness could be seen as a break or rest period, at least to some extent. Such potential driving time ‘discounts’ for the PF as proposed by Tavasszy (2016) – also referred to as ‘task relief’ – could definitely leverage truck platooning.

The hypothetical implications of a 50% task relief from trailing in the slipstream can be seen in the figure below.



Such considerations would allow driving times to be extended without the urgent need to take mandatorily prescribed breaks or daily rest periods, finally leading to reduced personnel cost for the logistics companies. Furthermore, the possibility to exploit the slipstream of a preceding truck might suddenly also lead to a single manning decision in cases where double manning would have been the financially advisable alternative before. As a consequence, legal changes to Regulation (EC) No 561/2006 on driving times, breaks and rest periods as well as to Directive 2002/15/EC on truckers' working times in the European Union (EU), among other things, could become indispensable.

Since the two major cost drivers in trucking are fuel and personnel cost – making up about one third of the overall long-haul Total Cost of Ownership (TCO) each – this promising new technology thus represents a highly attractive approach to prepare the transport sector for the future. However, the cost-efficient coordination (routing and scheduling) of such platoons under consideration of mandatory EU driving time restrictions turns out to be a highly complex task.

2. Research Approach

Our motivation is to address the subsequent five research questions:

- 1) How can the combinatorial problem of truck routing and driver scheduling be efficiently extended with platooning decisions under mandatory service time regulations in the EU?

- 2) Which financial and computational effects can be expected from the coordination of truck platoons by means of such an integrated framework?
- 3) What is the impact of coordinating an increasing amount of trucks – be it from a single origin or from dispersed locations in the road network?
- 4) To what extent do compulsory breaks, daily rest periods, restricted time windows, manning options, different wage levels and aspects relating to fuel consumption affect the coordination of truck platoons?
- 5) Which implications can be derived from platooning-driven legal amendments of European social transport law if politics decides upon a specifically defined task-relieving share for less strained followers in a platoon?

For this purpose, we formulate the exact EU-Truck Platooning Problem (EU-TPP) as an Integer Linear Program (ILP) with joint routing, scheduling and platooning decisions for planning tasks in advance of a one-way trip. Next to mandatory regulations on driving times, breaks and daily rest periods in the EU, this optimization problem features a hypothetical task-relieving effect for trailing in the slipstream of a preceding truck. As a basis for our EU-TPP formulation, we use a modified version of the basic platooning concepts presented by Larsson et al. (2015), Minner (2017a) as well as Nourmohammadzadeh and Hartmann (2016).

In order to reduce the high computational complexity of such a combinatorial problem, we use two efficiency-raising measures.

On the one hand, we introduce an auxiliary constraint based on the assumption that truck drivers will usually not deviate more than a certain threshold distance from their shortest path in order to enjoy the fuel-saving benefits from exploiting the slipstream effect. It justifies a detour only if the sum of the maximally reduced fuel cost due to platooning and the additionally occurring wages on this longer route is smaller than on a truck's shortest path without platooning options.

On the other hand, we develop two hierarchical planning-based heuristic approaches: the Shortest Path Heuristic (SPH) and the Platoon Routing Heuristic (PRH). Both approaches rely on a decomposition of the original EU-TPP into two exactly solvable sub-problems: stage 1 of both heuristics specifically focuses on the routing part of the overall problem, whereas stage 2 addresses the respective scheduling and platooning decisions.

This leads to a complementary combination of the exact method's optimizing capabilities and a more efficient heuristic solution process. While the SPH is based on the assumption that truck drivers will anyway take the shortest path on their way from origin to destination in most of the cases, the PRH assumes that trucks choose the most frequented route throughout the planning horizon on their way from origin to destination.

Besides a qualitative sensitivity analysis, we perform an extensive numerical study based on these models to investigate the impact of different critical influence factors on platooning, being of major political and economic interest.

3. Setup of Computational Study

The execution of all our computational experiments is done on a computer with an Intel Core i5-4210M CPU (2.60 GHz) and 16 GB of RAM. We use Xpress by FICO as optimization software to solve our problem instances.

Since this thesis focuses on platooning under consideration of mandatory driving time regulations in the EU, we decided to use major transportation links on the European highway network for our research. To this end, 22 important cities with a direct motorway access in Germany, Austria and Italy are chosen to serve as origins, destinations and intermediate nodes for required breaks, daily rests or optional waiting times on specific routes. We assume the trucks' highway velocity to be constant at 80 km/h – a speed where platooning can bring up its entire fuel saving potential. To this end, we calculate with a fixed fuel reduction rate of 15% when driving in the slipstream. While the cost for Diesel and AdBlue are given by 1.20 € per liter, we base our calculations upon an equal fuel consumption of 30 l per 100 km. A single truck driver's hourly wages are fixed at 15.00 €. We apply a 50% 'discount' on the actual driving time for followers to anticipate legal changes in the EU, whereas a task-relieving factor of 0% is set as default.

After using all these default input parameters for our comprehensive numerical experiments, some of them will be varied during a qualitative sensitivity analysis to further investigate the impact of certain influence factors on platoon coordination. Our experiments are conducted based on a planning horizon of 120 time steps of 15 min each (i.e. 30 h) and are thus well in line with all legal driving time restrictions in the EU. Given the fact that trips are often planned on a daily basis anyway and a longer horizon would also increase computational complexity even further, such a time frame also seems reasonable from a practical point of view.

Based on these network data, we create four different problem sizes with 3, 6, 9 and 12 trucks respectively to get some insights into the importance of a certain network saturation level for platooning. Both their origin and destination nodes are randomly selected from the set of 22 locations in order to show the impact of centrally coordinating trucks from different nodes. Since we also intend to contrast these different-start instances with cases of centrally coordinated platoons from a single hub, we create instances where all trucks share the same randomly chosen origin in a same-start setting as well. As we want to additionally demonstrate that flexibility is an important requirement for trucks to platoon under strict driving time regulations, two different types of time win-

dows are compared: a non-restricted and a restricted one. We call a combination of these characteristics a ‘type of coordination problem’.

4. Results

Our experiments with the basic EU-TPP suggest remarkable fuel cost savings of up to 10.83% by enabling trucks to platoon within the road network. Although the computational complexity rose drastically with an increasing amount of heavy-duty vehicles, fuel cost savings of up to 9.33% for the same-start settings and 5.59% for the different-start ones were achieved on average without a task relief for followers in a platoon.

Indeed, its consideration to the amount of 50% led to rather variable fuel cost changes, but could improve the total cost structure (fuel & personnel) tremendously by up to 13.90% from originally 5.21% in one unrestricted same-start case. Mandatory breaks and daily rest periods that suddenly became no longer necessary arranged for personnel cost savings of up to even 31.86% with maximally 12 trucks to be coordinated in our recreated part of the European highway network – being able to take the benefits of truck platooning to a whole new level.

Contrary to prior expectations, the impeding character of compulsory driving time restrictions on platooning proved to be rather small in our experiments. In fact, these prescribed pauses turned out to represent real and natural chances for the formation of platoons. We could underpin this conclusion with the larger amount of optional waiting times that were additionally scheduled with a 50% task relief. Therefore, we conclude that a joint optimization approach like ours is actually able to take advantage of binding EU law for the sake of platooning.

While more restricted time windows resulted less favorable for platooning due to the lack of temporal flexibility for scheduling purposes, increasing the number of coordinated vehicles had a highly promotional effect on the savings structure. Our investigations also emphasized the importance of a certain threshold amount of trucks in the coordination system to effectively exploit the benefits of platooning – be it from a fuel or personnel cost perspective. Such a higher saturation level is automatically available when trucks are coordinated from the same origin node. The favorable and inherent local preconditions of a same-start coordination approach make it possible to focus more on the scheduling part of platooning, ultimately resulting in larger savings and shorter processing times on average. Routing, scheduling and finally platooning trucks from and to widely dispersed locations implies a higher computational complexity along with fewer edges that can actually be traversed in a slipstream-exploiting manner overall.

As regards our promising matheuristics based on either the strictly shortest path (SPH) or the most frequented platooning path throughout the planning horizon (PRH), we could present highly convincing and almost congruent results in terms of the achieved

solution quality and required processing times. The average shares of the maximum achieved fuel cost savings from the EU-TPP ranged between 67.62% and 86.10% for the different-start, and between 81.86% and 95.04% for the same-start problems after an apparent threshold of 6 trucks was reached. Many instance runs even led to the exact optimal solutions. We concluded that the coordination of a larger amount of vehicles also strengthens the achievable solution quality of our approximate heuristics, even more when sharing the same origins. This circumstance is well in line with their processing time behavior.

While the exact EU-TPP exhibits an exponentially growing computational complexity with more trucks entering the system, we experienced much more smoothly increasing average processing times of the SPH and the PRH. Consequently, a trade-off analysis contrasting the two dimensions of solution quality and processing time resulted in a high computational efficiency advantage of our matheuristics compared to the exact EU-TPP model for larger problem sizes.

Furthermore, we showed in a qualitative sensitivity analysis based on an artificially controlled setting that factors like manning (single vs. double), the chosen share of a task relief for PFs (0%, 25%, 50%, 75% and 100%), wage levels (15 € vs. 30 €), fuel consumption-related aspects (5% vs. 15% fuel savings from trailing in the slipstream of a preceding truck) and penalty cost for delayed arrivals at the destination can have a considerable influence on platooning decisions – not least due to their interrelation with decisions upon detours or optional waiting times. Hence, the entire platooning framework proves to be very fragile.

All in all, designing and scheduling cost-efficient tours by means of intelligently coordinated convoys is and will still remain a challenging task. But the societal and economic benefits provided by truck platooning are remarkable in every way.

5. Reference List

- Alam, A. 2014. Fuel-efficient heavy-duty vehicle platooning. Dissertation, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm (Sweden).
- Bhoopalam, A. K., N. Agatz, R. A. Zuidwijk. 2017. Planning of truck platoons: A literature review and directions for future research. *Transportation Research Part B: Methodological* 107 212-228.
- Janssen, R., H. Zwijnenberg, I. Blankers, J. de Kruijff. 2015. Truck platooning: Driving the future of transportation. TNO Mobility and Logistics, Delft (Netherlands).
- Larson, J., K.-Y. Liang, K. H. Johansson. 2015. A distributed framework for coordinated heavy-duty vehicle platooning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 16(1) 419-429.

- Minner, S. 2017a. An optimal network flow formulation for Platooning. Chair for Logistics and Supply Chain Management, Technical University of Munich, Munich (Germany).
- Nourmohammadzadeh, A., S. Hartmann. 2016. The Fuel-Efficient Platooning of Heavy Duty Vehicles by Mathematical Programming and Genetic Algorithm. C. Martín-Vide, T. Mizuki, M. Vega-Rodríguez, eds. International Conference on Theory and Practice of Natural Computing. Springer, Cham (Switzerland), 46-57.
- Tavasszy, L. A. 2016. The value case for truck platooning. Delft University of Technology, Delft (Netherlands).
- Tsugawa, S. 2013. An overview on an automated truck platoon within the energy ITS project. IFAC Proceedings Volumes 46(21) 41-46.

Erstellung eines Modells zur Definition des globalen Zielkundenportfolios für den Vertical Market Industrial der Schenker AG

Julia Varelmann

Als Teil ihrer PRIMUS Strategie möchte die Schenker AG ihren globalen Umsatz signifikant steigern.¹ Um dieses Ziel zu erreichen, ist es von zentraler Bedeutung sich im globalen Vertrieb auf die richtigen Kunden zu fokussieren und für unterschiedliche Kundengruppen den jeweils besten Kundenbetreuungsansatz zu finden.

Zu diesem Zweck wurde für einen Teilbereich der globalen Vertriebsorganisation – dem Vertical Market Industrial – ein Modell entwickelt, welches das Kundenportfolio bewertet und die bewerteten Kunden in unterschiedliche Kategorien einordnet.

Die Bewertung der einzelnen Kunden erfolgt über ein sogenanntes Scoring Modell. Bei diesem Beurteilungsverfahren werden quantitative und qualitative Faktoren bewertet². Die einzelnen Bewertungsfaktoren zahlen schlussendlich auf zwei Dimensionen ein: die Kundenattraktivität und die Qualität der Kundenbeziehung. Als finales Resultat einer jeden Kundenbewertung ergibt sich ein Erreichungsgrad zwischen 0% und 100% für diese beiden Dimensionen. Die Attraktivität eines Kunden könnte also beispielsweise mit 75%, die Qualität der Kundenbeziehung jedoch nur mit 20% bewertet sein.

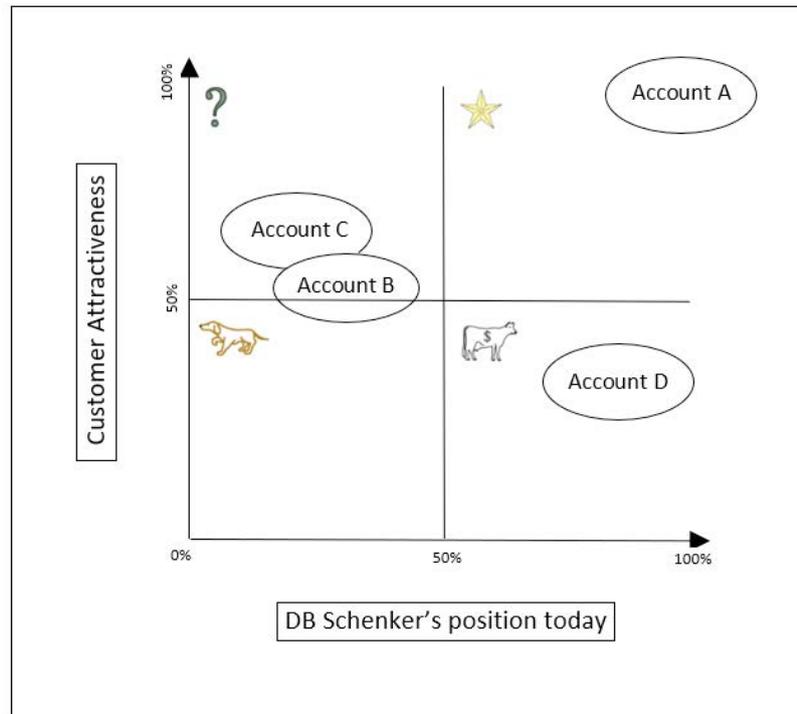
Die Bewertung der einzelnen Kunden erfolgt durch die jeweiligen Kundenbetreuer. Diese Kundenbetreuer müssen hierzu einen detaillierten Fragebogen beantworten. Um auch die qualitativen Faktoren quantifizierbar zu machen, wird mit Skalen gearbeitet, die den Erreichungsgrad je Bewertungskriterium vorgeben.

Die bewerteten Kunden werden dann in eine Vier-Felder-Matrix eingeordnet. Diese Matrix ist angelehnt an die Boston Consulting Group (BCG) Matrix³, jedoch liegt der Fokus hierbei nicht auf Produkten, sondern auf Kunden. Auf der Y-Achse der Matrix befindet sich die Kundenattraktivität und auf der X-Achse die Bewertung der Beziehung zum Kunden.

1 Vgl. DB Schenker

2 Vgl. Moose et al. (Hrsg.)

3 Vgl. Schröder (Hrsg.)



Die Darstellung des Kundenportfolios des Vertical Market Industrials in der Vier-Felder-Matrix ist das finale Resultat dieser Arbeit. Es gibt dem Vertriebsmanagement einen Gesamtüberblick über das Kundenportfolio und hilft dabei, die Kunden in unterschiedliche Kategorien zu clustern. Mithilfe dieser Darstellung kann das Vertriebsmanagement definieren, mit welchem Ansatz die einzelnen Kundenkategorien idealerweise betreut werden sollten, um eine hohe Kundenzufriedenheit sicherzustellen und zeitgleich das angestrebte Wachstum für die Schenker AG zu erzielen.

Quellen:

DB Schenker: Strategy. <https://www.dbschenker.com/global/about/strategy> , Abruf am 06.09.2018

Moose, Sandy; Reeves, Martin; Venema, Thijs: The Growth Share Matrix Revisited— A TED Animation. https://www.bcgperspectives.com/content/videos/corporate_strategy_portfolio_management_strategic_planning_growth_share_matrix_revisited_ted_animation/, Abruf am 15.09.2017.

Schröder, Axel: BCG-Matrix Schritt für Schritt erklärt mit BCG-Matrix-Beispiel. <https://axel-schroeder.de/bcg-matrix-im-handwerk-schritt-fuer-schritt-zum-perfektenleistungsportfolio-teil-1/>, Abruf am 16.09.2017.

Empirische Evaluation der Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Berufsbildes Kraftfahrer

Vorgehensweise und Motivation

Aktuelle Berufslage und Stand der Technik

Befragung der Kraftfahrer und wertende Ergebnisdiskussion

Fazit der Arbeit und Ausblick

Literaturverzeichnis

Empirische Evaluation der Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Berufsbildes Kraftfahrer

Karolin Wywiał, Technische Universität Dortmund

Vorgehensweise und Motivation

Der Güterverkehr und Logistikbereich hat sich zu einer der wichtigsten Beschäftigungsparten entwickelt, in der zurzeit etwa 3 Mio. Beschäftigte arbeiten (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017, S. 47). Der Beruf des Lkw-Fahrers spielt in dieser Branche eine bedeutende Rolle, sodass es wichtig ist, diesen Berufszweig stark zu halten. Aufgrund eines vernommenen Attraktivitätsverlustes des Berufes und feststellbaren demografischen Wandels, der sich durch diese Branche zieht, herrscht ein Nachwuchsmangel vor. Gleichzeitig sind digitale Neuentwicklungen im Straßengütertransport auf dem Vormarsch. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde dabei ein Schwerpunkt auf die Nutzung von Smart Devices im beruflichen Alltag und dem Einsatz des hochautomatisierten Fahrens gelegt. Für die Bachelorarbeit erfolgte eine Befragung von Kraftfahrern zu diesen Themen. Dazu wurde ein Fragebogen erstellt, der sich in vier Themenblöcke aufteilt und Fragen zu allgemeinen Personenangaben, dem Berufsbild, Smart Devices und dem hochautomatisierten Fahren beinhaltet. Die Auswahl fiel auf die Form einer Befragung als Basis zur Beantwortung der Forschungsfrage, da sich auf der Grundlage der Ergebnisse einige Lösungen herausarbeiten lassen, die durch das fahrernehe Meinungsbild einen hohen Bezug zu den vorherrschenden Problemen haben. Kraftfahrer können detaillierte Informationen zur aktuellen Situation des Berufes und realitätsnahe Argumente zur Nützlichkeit der Einführung digitaler Geräte als auch automatisierter Fahrzeuge liefern. Da die Umfrage persönlich erfolgte, konnten über die Bearbeitung des Fragebogens hinaus Gespräche mit den Fahrern geführt und ihre Reaktionen wahrgenommen werden. Daraus ergab sich eine höhere Informationsquantität als Hilfe für die Interpretation der Ergebnisse.

Die Arbeit ist in drei Teile gegliedert, bei der sich der erste Teil einer Ist-Analyse des Kraftfahrerberufes und dem Stand der Technik von Smart Devices sowie hochautomatisiertem Fahren widmet. Es wird dabei ein Überblick zu den Angaben zur Person eines Kraftfahrers und zum Beruf selbst entwickelt. In eigenen Unterkapiteln werden die Geschlechterverteilung, Staatsbürgerschaft, Altersverteilung und Informationen zur Berufsausbildung, den Anforderungen sowie Bedingungen des Berufes, der Lohngestaltung und der Arbeitsmarktsituation behandelt. Im Hinblick auf die Veränderung und Entwicklung des Berufsbildes werden darauffolgend die Themen der technischen Innovationen näher analysiert. Zunächst wird eine Definition des Smart Device Begriffes eingeführt und mithilfe einer Studie des Bundesinstituts für Bildung deren Einsatz in Betrieben vorgestellt. Darauffolgend wird auf die aktuelle Nutzung von Technologien im

Lkw eingegangen, indem die Funktionen des im Lkw eingebauten Boardrechners und des Telematiksystems beschrieben werden. Abgeschlossen wird dieser Themenbereich der Grundlagen mit einer Ausführung des hochautomatisierten Fahrens. Dazu erfolgt eine Einordnung der Technologie in die Klassifikation der Automationsstufen nach *SAE J3016* (Society of Automotive Engineers). Daraufhin wird auf die Chancen und Herausforderungen eingegangen, welche unter anderem aus einer Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften hervorgehen. Des Weiteren wird in diesem Zusammenhang die Kolonnenbildung von Lkw, das Platooning, vorgestellt.

Der zweite Teil gibt die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage wieder und enthält zur Veranschaulichung der Informationen dazugehörige Grafiken. Anschließend werden diese Ergebnisse im dritten Teil interpretiert und mit den vorher recherchierten Informationen in einen Zusammenhang gebracht. Zudem wird auf hervorgegangene Vorschläge für Unternehmen eingegangen und in einem separaten Kapitel auf Handlungsempfehlungen übertragen und ebenso auf der Basis der Resultate im Groben auf den Vergleich eines Berufskraftfahrers von heute und morgen eingegangen.

Die verfasste Arbeit thematisiert ausschließlich die Situation der Berufskraftfahrer innerhalb der Bundesrepublik Deutschland.

Aktuelle Berufslage und Stand der Technik

Aus einer Analyse der Berufslage, basierend auf Informationen und Daten, die durch das Bundesamt für Güterverkehr, das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur, die Bundesagentur für Arbeit sowie die DEKRA Akademie bereitgestellt wurden, ergibt sich eine stark einseitige Geschlechterverteilung in diesem Beruf sowie ein hoher Altersdurchschnitt. Im Jahr 2016 arbeiteten 546.075 männliche und 9.430 weibliche Berufskraftfahrer in dem Branchenzweig (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 11). Zudem waren von insgesamt 555.505 Berufskraftfahrern etwa 69,7% zwischen 25-54 Jahren, 25,5% zwischen 55-64 Jahren und 2,5% unter 25 Jahren ebenso wie 2,3% über 65 Jahren alt (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 11). Auf ausscheidende Fahrer kommen nicht genug Neueinsteiger, dem auch der gleichzeitige Zuwachs von Fahrern aus osteuropäischen Ländern nicht entgegenwirken kann. Laut einer Beobachtung des Bundesamtes für Güterverkehr nahm zwischen den Jahren 2012 und 2015 vor allem die Zahl der Fahrer mit einer Staatsbürgerschaft der jungen EU-Mitgliedsstaaten (Staaten, die nach 2004 der EU beigetreten sind) zu. Bei diesen Staaten handelt es sich um Bulgarien, Kroatien, Polen, Rumänien, Tschechien und Ungarn. Den größten Zuwachs zeigten dabei Bulgarien mit 453% und Rumänien mit 388%. Der geringste Anteil der Fahrer mit 159% kam aus Polen (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 14).

Im Jahresbericht des Bundesverbandes für Güterverkehr und Logistik von 2016/2017 ist die Kraftfahrer-Nachwuchsgewinnung in der Berufsausbildung ein Schwerpunkt: Es

bestehe nach wie vor ein bedeutendes Defizit an gut ausgebildeten Fahrern, welches sich dadurch vergrößern werde, dass etwa ein Drittel der in Deutschland beschäftigten Berufskraftfahrer in den kommenden zehn Jahren in den Ruhestand gehen wird (vgl. Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. 2016/2017, S. 111). Das BMVI möchte durch Zusammenarbeit mit Verbänden und Gewerkschaften das Ansehen des Berufes erhöhen, indem sie etwa die Ausbildungsmöglichkeiten durch zielgruppengerechte Werbung bekannter machen, sowie sich um ein allgemein positiveres Bild durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit bemühen (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017, S. 48). Es handelt sich bei diesem Beruf um einen anerkannten Ausbildungsberuf, dessen Ausübung eine dreijährige duale Berufsausbildung voraussetzt. Ausreichend für den Beginn der Lehre ist ein Hauptschulabschluss. Jedoch ist es auch für Umsteiger, also Fahrer, die vorher in einem Beruf einer ähnlichen Branche gearbeitet haben (bspw. Busfahrer), oder Quereinsteiger möglich, den Beruf nach einer verkürzten Grundqualifikation auszuüben. Im Jahr 2016 kamen 3,3% weniger Auszubildende zustande und es wurden 5% weniger neuer Verträge mit Auszubildenden als im Jahr zuvor abgeschlossen (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 30).

Die körperliche Belastung hat nach einer Erhebung der DEKRA Akademie zwischen den Jahren 2013 und 2016 um 5,6% abgenommen, was ebenfalls durch den höheren Einsatz der Technik in den Fahrzeugen begründet wird (vgl. DEKRA Akademie GmbH 2016, S. 22). Psychische Faktoren wie Zeitdruck und Stress, ausgelöst durch Termineinhaltungen in Absprache mit den Kunden und gleichzeitiger Einhaltung der gesetzlich festgelegten Zeitvorgaben, sind immer öfter zu den Arbeitsanforderungen zu zählen, wohingegen die körperliche Belastung durch ein wachsendes Maß der Technik in Fahrzeugen abnimmt. Die durch die Bundesagentur für Arbeit genannten Arbeitsbedingungen des Berufes sind unter anderem das Arbeiten bei Kälte, Hitze, Nässe, Feuchtigkeit oder Zugluft sowie Alleinarbeit, Unfallgefahr, unregelmäßige Arbeitszeiten, Schichtarbeit, schweres Heben und Tragen, häufige Abwesenheit vom Wohnort und die Arbeit im Sitzen (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2018). Diese tragen zur rückläufigen Motivation zur Ausübung des Berufes bei. Muskel- und Skelett-Erkrankungen erwiesen sich als eine der häufigsten Krankheiten (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 26). Zu weiteren Krankheiten, die Auslöser für die Arbeitsunfähigkeit von Berufskraftfahrern waren, zählten Verletzungen, Herz- und Kreislaufprobleme, Verdauungs- sowie Atemwegsprobleme ebenso wie psychische Probleme (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017, S. 26).

Aus den Kreisen der EU-Politik gibt es Ansätze zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen von Berufskraftfahrern: Die EU-Kommission hat im Jahr 2017 dazu zwei Mobilitätspakete in die Wege geleitet. Im ersten vorgestellten Paket vom Mai 2017 wurden Punkte erwähnt, die unter anderem auch die soziale Situation der Fahrer verbessern sollen. Neben der Beendigung des mehrfach als *Nomadentum* (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017, S. 50) bezeichneten Fernbleibens der Fahrer für mehrere Wochen sollen zum Beispiel, abgesehen von den Lenkzeiten, sonstige

Arbeits- und Bereitschaftszeit durch die Fahrer aufgezeichnet sowie das Verbringen der Wochenruhezeit in der Fahrkabine verboten werden, wenn diese während der Fahrt ansteht. Der letzte Punkt ist als Änderung des Fahrpersonalgesetzes im Mai 2017 in Kraft getreten.

Der Beruf des Kraftfahrers gehört zu den zwanzig am schlechtesten bezahlten Berufen in Deutschland (vgl. COP CompensationPartner GmbH 26.10.2016), obwohl seit 2010 jedes Jahr eine Lohnsteigerung erfasst wurde: Zwischen 2010 und 2016 stieg das Gehalt um 8,5%. Im Jahr 2016 verdiente ein Kraftfahrer durchschnittlich 28.703 € im Jahr (vgl. COP CompensationPartner GmbH 26.10.2016). Berufsanfänger steigen aktuell bei einem Jahresgehalt von knapp unter 25.000 € ein (vgl. COP CompensationPartner GmbH 26.10.2016). Gehaltssprünge sind im Laufe der Karriere kaum zu erwarten: Ein Berufskraftfahrer mit drei bis sechs Jahren Berufserfahrung erreicht ein Durchschnittsgehalt von 27.266 €, was nur etwa 2000 € weniger sind als ein Kraftfahrer mit neun oder mehr Jahren Berufserfahrung (29.665 €) verdient (vgl. COP CompensationPartner GmbH 26.10.2016).

In Bezug auf die Arbeitsmarktsituation konnte ein Rückgang der Zahl der arbeitslosen und arbeitssuchenden Fahrer verzeichnet werden: Im Jahr 2017 gab es 5.116 weniger arbeitslose Berufskraftfahrer als 2016 und die Zahl der Arbeitssuchenden ging um 8.404 Fahrer zurück (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2017). Gleichzeitig nahm die Zahl der gemeldeten Arbeitsstellen innerhalb der beiden Jahre zu: Es konnte eine Zunahme von 4.801 gemeldeten Stellen verzeichnet werden (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2017). Unter gemeldeten Arbeitsstellen sind dabei bei der Arbeitsvermittlung gemeldete Stellen mit Vermittlungsauftrag zu verstehen. Es werden vor allem mehr Fahrer für den regionalen Verkehr gesucht: Durch die Urbanisierung und das steigende Güteraufkommen in Städten durch den steigenden Online-Handel wird der Regionalverkehr immer wichtiger.

Im Rahmen dieser Arbeit und der eigenen Befragung wurden die Geräte Smartphone, Smartwatch, Tablet, Fitnessarmband und die Datenbrille unter dem Begriff Smart Devices eingeführt, da eine Nutzung dieser Technologien in diesem Beruf vorstellbar ist. Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik bezeichnet Smart Devices als „elektronische Geräte, die kabellos, mobil, vernetzt und mit verschiedenen Sensoren (z. B. Geosensoren, Gyroskopen, Temperatur oder auch Kamera) ausgerüstet sind“ (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik). Die Nutzung eines Smartphones oder Tablets hat sich branchenunabhängig in vielen Betrieben etabliert, während andere Innovationen, wie etwa eine Datenbrille oder -uhr, noch auf zögerliche Reaktionen treffen. Laut der Befragung des BIBB nutzen etwa acht von zehn der 3.006 befragten Betriebe (~78%) ein Smartphone und etwas weniger als die Hälfte (~47%) ein Tablet im Arbeitsprozess (vgl. Gensicke et al., S. 25). Digitale Neuentwicklungen, etwa Datenbrillen oder Wearables, wie sie von dem BIBB bezeichnet werden, verwenden die wenigsten Betriebe: Bei 3% handelte es sich um eine Datenuhr, 2% setzen andere Wearables ein und nur bei einem 1% ist eine Datenbrille im Einsatz (vgl. Gensicke et al., S. 26).

In Bezug auf die Kraftfahrerbranche kann der im Lastkraftwagen genutzte Bordcomputer mit Eigenschaften von Smart Devices verglichen werden. Es handelt es sich nicht unbedingt um eine Technologie, die man im alltäglichen Gebrauch unter Smart Devices einordnen würde, dennoch erfüllt sie die Eigenschaften, die durch die Definition des Fraunhofer IML dem Begriff Smart Devices zugeordnet werden.

Des Weiteren trägt der Einsatz des hochautomatisierten Fahrens zu Umstrukturierungen im Kraftfahrerberuf bei. Es handelt sich dabei laut der Definition der Society of Automotive Engineers um eine Übernahme aller dynamischen Fahraufgaben durch das Fahrsystem, die kein sofortiges Eingreifen des Fahrers im Straßenverkehr erfordert.

Das hochautomatisierte Fahren lässt sich unter drei Aspekten zusammenfassen und definieren:

- Die physische Veränderung

Die Fahrzeugführung sowie die Verkehrs- und Umfeldwahrnehmung gehen vollständig an das Fahrzeug über, sodass der Fahrer weder physisch am Lenkrad noch als Entscheidungsträger am Gaspedal oder an der Bremse der Hauptakteur ist (vgl. Lemmer 2016, S. 47)

- Der Kontrollübertrag

Übergabe der gesamten Fahrzeugführung und dessen Kontrolle an das Fahrzeug, sodass das automatisierte Fahrsystem alle Entscheidungen trifft und über alle Unsicherheiten entscheidet (vgl. Lemmer 2016, S. 47–48)

- Das Fahrzeug als Teil eines mobilen Netzwerkes

Die Vernetzung des Fahrzeugs sorgt dafür, dass eine Kommunikation mit der Außenwelt durch das Fahrzeug möglich ist, bei der es externe Daten zu Fahrfunktionen bezieht und ebenso Daten an das Netzwerk übermittelt (vgl. Lemmer 2016, S. 48)

Bis jetzt sind keine voll- oder hochautomatisierten Systeme im Einsatz, die den Fahrer lediglich unterstützen und nicht von der Pflicht entbinden, das Umfeld zu überwachen (vgl. Lemmer 2016, S. 50).

Das hochautomatisierte Fahren wird durch das SAE International als eine der „Schlüsseltechnologien“ (vgl. ERTRAC Working Group „Connectivity and Automated Driving“ 2017, S. 4) in Bezug auf die Mobilität der Zukunft bezeichnet.

Was früher passive Gebrauchsgegenstände des Menschen waren, werden durch die zunehmende Digitalisierung von Fahrzeugen aktive, mit der Außenwelt kommunizierende Einheiten (vgl. Lemmer 2016, S. 12). Der Einführung automatisierter Lastkraftwagen wird das Potenzial zugeschrieben, einen bahnbrechenden Wandel in der Lastkraftwagenindustrie herbeizuführen (vgl. Roland Berger GmbH 2016, S. 5). Verkehrssicherheit, Effizienz, eine Verringerung der Umweltschädigung, der durch die Technologie zuneh-

mende Komfort und die soziale Eingliederung von Menschen, die sonst nicht am Verkehr teilnehmen können sind als Ziele die hauptsächlichen Treiber der weiteren Entwicklung des hochautomatisierten Fahrens (kurz: HAF) (vgl. ERTRAC Working Group „Connectivity and Automated Driving“ 2017, S. 4). Herausforderungen, denen sich das hochautomatisierte Fahren als neuer Verkehrsteilnehmer stellen muss, sind die Akzeptanz durch die Bevölkerung sowie der Gesetzes- und Versicherungslage bezüglich der Unfallverantwortlichkeit oder Datensicherheit.

Die meisten Diskussionsthemen der Lastkraftwagenbranche wie geleistete Arbeitsstunden, Sicherheit im Verkehr, Fahrermangel und -beibehaltung, das Wohlergehen der Fahrer, Staus, Treibstoffkosten und Fahrerablenkungen können mit automatisierten Lastwagen gelöst werden – und auch für die Gesellschaft werden dadurch Emissions- und Unfallverringerung, sicherere Straßen und Staureduzierung als Vorteile erwartet (vgl. Roland Berger GmbH 2016, S. 4). Eingebaut in einem Lkw findet diese Technologie im Platooning, einer Kolonnenbildung der Fahrzeuge, ihre Verwendung, wobei dessen Einsatz unter anderem aufgrund der Umweltfreundlichkeit und Erhöhung der Verkehrssicherheit nicht nur für die Transportbranche Vorteile bietet. Es handelt sich um eine Technologie, die auf hochautomatisierter Fahrtechnik basiert: Lkw fahren kooperativ im Abstand von etwa 0,3 Sekunden hintereinander her (vgl. Janssen et al. 2015, S. 2). Einem Führerfahrzeug folgt automatisch eine Anzahl von Fahrzeugen ohne Eingreifen der dazugehörigen Fahrer, nachdem das Platooning eingeschaltet wurde. Die Fahrzeuge kommunizieren über eine Car-To-Car-Kommunikation, auch als Vehicle-To-Vehicle (kurz: V2V) bekannt.

Ein Ersatz der Lkw-Fahrer muss derzeit noch nicht befürchtet werden: Zwar besteht die Idealvorstellung mancher daraus, dass Fahrer der Folgefahrzeuge die frei gewordene Zeit für andere Tätigkeiten während des Fahrens nutzen können oder auch einfach durch die Technik ersetzt werden. Jedoch kann man andernfalls Gebrauch davon machen, zusätzliche Fahrer während der Tour zur Verfügung zu haben, wenn der Bedarf nach einer Abkopplung durch verschiedene Umstände besteht. Beispiele dafür sind Kreisverkehre, die nicht für lange Fahrzeugzüge ausgelegt sind, Auf- und Abfahrten (vgl. Janssen et al. 2015, S. 30) oder bei einer für jedes Fahrzeug individuellen letzten Meile (vgl. Janssen et al. 2015, S. 16).

Befragung der Kraftfahrer und wertende Ergebnisdiskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eigenständig eine Befragung von Berufskraftfahrern durchgeführt, um die Einstellungen der Fahrer zu Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Berufes zu erhalten. Es handelt sich um eine Meinungsumfrage in quantitativer Form. Dabei wurde die Form einer schriftlichen und persönlichen Befragung gewählt, bei der alle Angaben der Fahrer freiwillig und anonym erfolgten. Die Zielsetzung war der Erhalt repräsentativer Daten von Berufskraftfahrern zur Berufseinstellung

und zur Digitalisierung der Berufswelt. Auf dieser Grundlage wurde ein Vergleich des Berufsbildes von heute und morgen sowie Handlungsempfehlungen für Unternehmen ausgearbeitet.

Der Fragebogen beinhaltete 32 Fragen und bestand aus vier Themenblöcken:

- Allgemeine Angaben
- Das Berufsbild
- Die Nutzung von Smart Devices
- Der Einsatz von hochautomatisiertem Fahren

Die vorliegenden Ergebnisse der durchgeführten Umfrage stammen aus dem letzten Quartal des Jahres 2017. Zielgruppe der Befragung waren aktiv arbeitende Berufskraftfahrer. Es nahmen insgesamt 76 Lkw-Fahrer aus drei Unternehmen teil, wobei etwa 70% der befragten Fahrer aus der Gefahrgutbranche kommen, während die restlichen ca. 30% in der Stückbranche tätig sind. Die Durchführung der Befragungen erfolgte in Hessen, in den Städten Offenbach am Main und Ginsheim-Gustavsburg und in Nordrhein-Westfalen, in den Städten Hattingen und Dortmund in einem Zeitraum von vier Wochen. Es wurde im Rahmen der Auswertung nicht näher auf regionale oder branchenspezifische Unterschiede der Ergebnisse eingegangen.

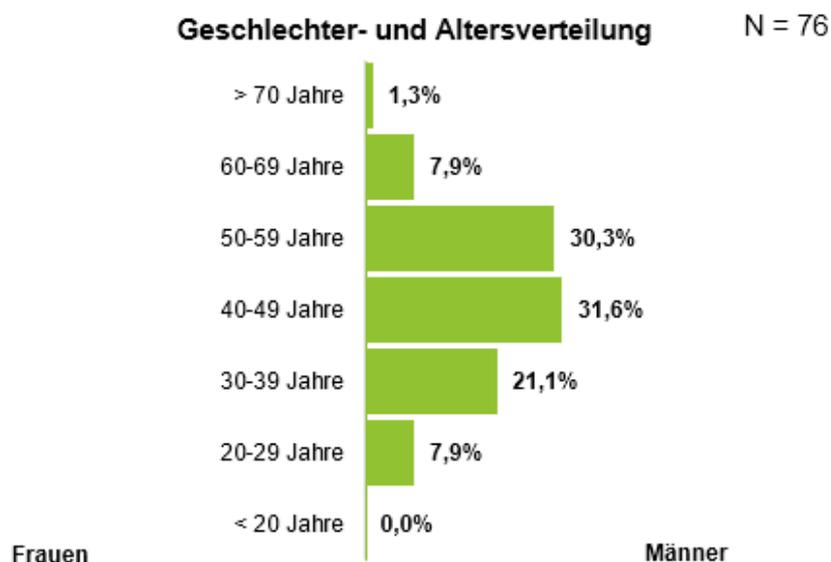


Abb. 1: Geschlechter- und Altersverteilung der befragten Fahrer (in Prozent)

Verglichen mit einer Marktbeobachtung des Bundesamtes für Güterverkehr, zeigte sich auch unter den befragten Fahrern eine einseitige Geschlechterverteilung, da nur Männer an der Umfrage teilnahmen (s. **Abb. 1**). Der Berufszweig stellt eine Männerdomäne

dar und es wurden im Rahmen der vorangegangenen Recherche keine Initiativen gefunden, die sich explizit auf die Anwerbung von Frauen in diesem Beruf spezialisieren. Die körperlichen Anforderungen des Berufes wie etwa die benötigte Körperkraft könnte für einige Frauen ein Kriterium sein, diesen Beruf nicht auszuüben. Schweres Heben und Tragen erwies sich schon in der Recherche als eine Arbeitsbedingung des Kraftfahrers: Oft müssen Fahrer im Beispiel des Gefahrguttransportes, mit schweren Schläuchen bei der Be- und Entladung umgehen können oder schwere Güter wie Pakete tragen, die viele Frauen nur mit Schwierigkeiten bewegen könnten. Doch könnte als Ausblick in die Zukunft die Arbeit als Kraftfahrerin einfacher werden, indem die körperliche Belastung durch die Zunahme der Technik abnimmt.

Die Altersverteilung der Befragung stellt einen ähnlichen demographischen Wandel dar, wie ihn das Bundesamt für Güterverkehr feststellte. Die Ergebnisse der Umfrage zeigten ein identisches Bild und eine Dominanz der Fahrer im Alter zwischen 40 und 59 Jahren sowie eine geringe Anzahl junger nachkommender Fahrer (s. **Abb. 1**).

In der Befragung zeigte sich ebenso die schon in der vorangehenden Recherche festgestellte rückläufige Zahl der Auszubildenden. Da kein Fahrer jünger als 20 Jahre war, zeichnet sich der Nachwuchsmangel ab, der vor allem durch die mangelnde Motivation, den Beruf des Kraftfahrers auszuüben, entsteht. Die Attraktivität des Berufes ist nicht hoch und die Verbesserung des Images wird gerade erst ausgebaut. Im Idealfall sollte der Prozentsatz der unter 20-jährigen und 20-30-jährigen Kraftfahrer mindestens genauso hoch bzw. höher sein als derer, die zwischen 30 und 50 Jahren alt sind, um einem zukünftigen Fahrermangel vorzubeugen.

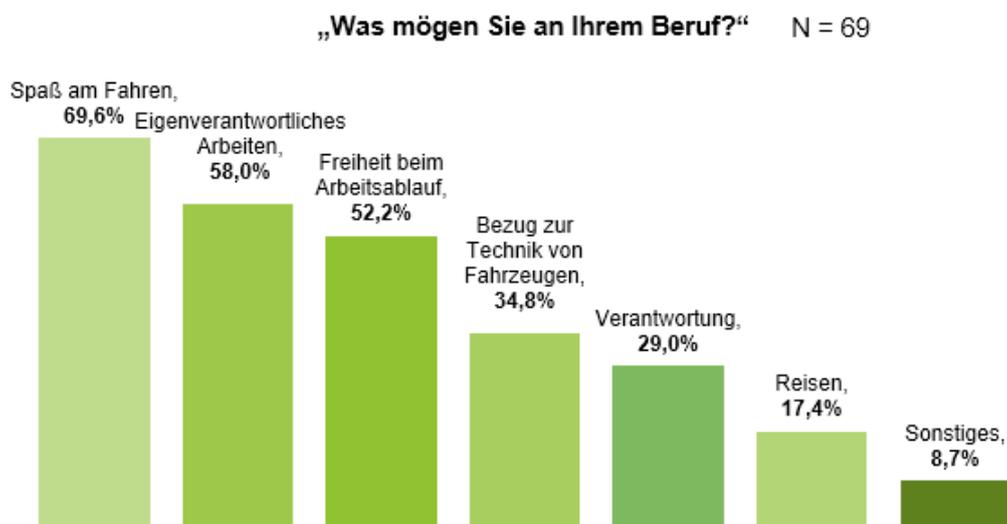


Abb. 2: Positiv bewertete Aspekte des Berufes (in Prozent)

Das Ziel der Angaben zum Berufsbild war es, aufbauend auf den allgemeinen Angaben zur Person das Bild des Lkw-Fahrers von heute erweitern und vor allem sowohl für

Unternehmen als auch für Fahrer wichtige Erkenntnisse zu gewinnen, die zu Verbesserungen der Arbeitsbedingungen führen und einem Nachwuchsmangel entgegenwirken können.

Die Resultate der Befragung spiegeln eine Zufriedenheit der Fahrer in ihrem Beruf wieder, da sich ein Großteil erneut für diesen Beruf entscheiden würde. **Abb. 2** zeigt die als positiv bewerteten Aspekte des Berufes. Die Eigenverantwortlichkeit und die Freiheit im Arbeitsablauf lassen sich dabei unter anderem als Gründe dafür nennen. Kraftfahrer bevorzugten einen Arbeitsplatz, bei dem ihnen nicht über die Schulter geschaut wird und sie nicht das Gefühl haben, unter Kontrolle zu stehen. Davon ausgenommen waren die Daten, die von den On-Board-Units an die Unternehmen übertragen werden. Kraftfahrer können unter Einhaltung der Regelung der Lenk- und Ruhezeiten selbst entscheiden, wo und wann sie für eine Pause halten. Natürlich müssen die Touren der Disponenten durch die Fahrer nach Möglichkeit eingehalten werden, da sie unter Berücksichtigung von (Kosten-)Restriktionen im Vorhinein geplant wurden. Doch fühlten sich die Kraftfahrer trotzdem befreit, selbst ihre nächsten Schritte entscheiden zu können und ihr Vorgehen zum Beispiel am Zielort selbst zu bestimmen.

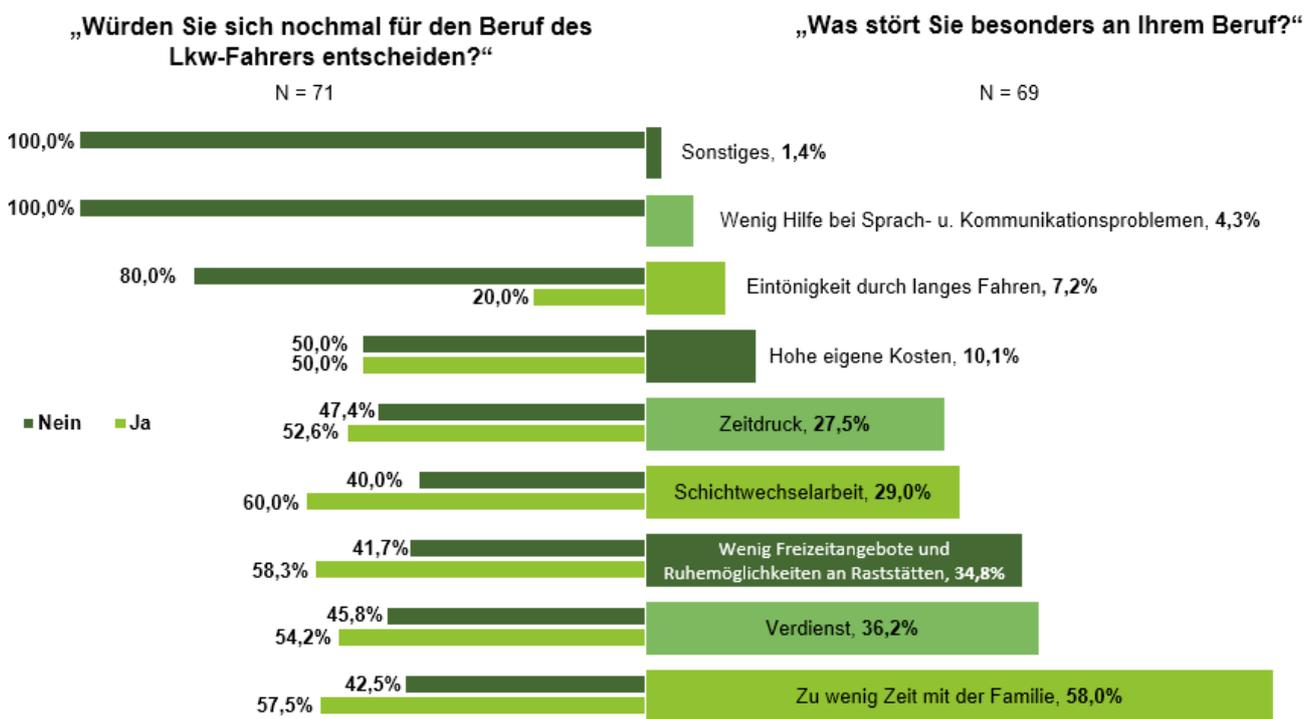


Abb. 3: Negativ bewertete Aspekte des Berufes im Zusammenhang mit der erneuten Berufswahl (in Prozent)

Gleichzeitig wird seitens der Fahrer die Vereinbarkeit des Berufes mit der Familie sowie dem Erhalten eines ordentlichen Gehaltes eine hohe Relevanz beigemessen, wie sich

aus den Ergebnissen der als störend empfundenen Aspekten herauslesen lässt (s. **Abb. 3**). Auch die Analyse des BAG ergab, dass ein weiterer häufiger Grund für die Zufriedenheit im Beruf auch die Möglichkeit der Vereinbarkeit mit der Familie ist. So sind einige Fahrer damit unzufrieden und es lässt sich daraus schließen, dass sie sich eine höhere Vergütung wünschen. Ein ordentliches Grundgehalt ist ebenfalls laut dem BAG als Kriterium für die Zufriedenheit im Beruf angegeben worden. Als ein weiteres Problem hierbei könnten auch die geringen Gehaltssprünge innerhalb der Berufslaufbahn gesehen werden. Eine dahingehende Änderung könnte einen neuen Anreiz für Neueinsteiger sowie schon in der Branche arbeitende Kraftfahrer schaffen. Wenig Hilfe bei Sprach- und Kommunikationsproblemen empfand kaum ein Fahrer als störend. Diese Frage war vor allem an Fahrer mit Migrationshintergrund gerichtet, um herauszufinden, ob Fahrer etwa Probleme haben, ihre Arbeit aufgrund von Kommunikationsproblemen auszuführen. Für Unternehmen ist es wichtig, in diesem Punkt aufmerksam zu sein, da der Fahrer den Betrieb nach außen repräsentiert, da er die Kontaktperson für Kunden ist. Zudem muss er seine durch das Unternehmen aufgetragenen Aufgaben problemlos verstehen, um sie richtig ausführen zu können.

Ein guter Umgang mit Stress ist mittlerweile eine häufig genannte Anforderung der Arbeitgeber. Da ein eher geringerer Teil der Fahrer diesen Punkt nannte, ist entweder von einer hohen Stressresistenz oder einem gelernten Umgang mit Zeitdruck der Fahrer auszugehen, die es anders sahen.

Die Schichtwechselarbeit empfanden etwas weniger als ein Drittel als störend. In persönlichen Gesprächen berichteten die Fahrer von einem ständigen Gefühl der Ermüdung und Erschöpfung. Der Biorhythmus wird durch die wechselnden Schichten beansprucht und es kommt zu Konzentrationsschwächen, da die Fahrer keine festen Wach- und Schlafphasen haben.

Die Ergebnisse der Frage zur Berufswahl zeigen, dass sich die Mehrheit der Fahrer wieder für den Beruf entscheiden würde. Mithilfe der Angaben zu den Punkten, die Kraftfahrer als störend empfanden, konnte die Frage nach der Entscheidung, den gleichen Beruf nochmal auszuüben, detaillierter ausgewertet werden: Es wurde dazu die Entscheidung der Berufswahl in Abhängigkeit der als negativ empfundenen Punkte betrachtet. Da nicht explizit nach Gründen für eine Veränderung in der Berufswahl gefragt wurde, sollte dieser Zusammenhang mögliche Erklärungen dafür geben.

Ein Grund, der Unzufriedenheit auslöst ist etwa Eintönigkeit durch das lange Fahren. Verdienst, Zeitdruck, Schichtwechselarbeit, weniger Zeit mit der Familie oder wenig Freizeitangebote und Ruhemöglichkeit der Raststätten wurden überwiegend von Fahrern angekreuzt, die mit ihrer Berufswahl zufrieden sind, obwohl diese Punkte gleichzeitig häufig bemängelt werden.

Darauf aufbauend war auch die Frage nach den Krankheiten wichtig, die auf die Ausübung des Berufes zurückzuführen sind: Indem dahingehend Verbesserungen vorgenommen werden, kann die Ausfallquote von Fahrern reduziert werden. Über die Hälfte

der Kraftfahrer gab in der Erhebung an, Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes zu erleiden. Viele der genannten Krankheiten durch die befragten Fahrer waren jedoch nicht neu: Das Bundesamt für Güterverkehr stellte in ihrer Marktbeobachtung ähnliche Ergebnisse fest. Das lange Sitzen ist nur ein Beispiel dafür. Eine ständige Belastung der Wirbelsäule, die aus Arbeitsbedingungen wie schwerem Heben und Tragen sowie der Arbeit im Sitzen resultiert, ist der Grund für Rücken-, Bandscheiben- und Kreuzprobleme. Zudem kommen mangelnde Bewegung und Verspannungen, die sich auch aus der Konzentration auf den Straßenverkehr sowie Zugluft während des Fahrens ergeben, hinzu. So gilt es sowohl für die Unternehmen als auch die Fahrer, auf die richtigen Sitze in den Fahrzeugen, eine dem Fahrer angepasste Sitzeinstellung und das ergonomische Sitzen während des Fahrens zu achten. Krankheiten des Kreislaufsystems, wie beispielsweise Herzinfarkte waren, ebenso wie Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten, auch unter den Antworten vertreten, woraus sich ein Zusammenhang erschließen lässt. Herzinfarkte können unter anderem aus fetthaltigen Ablagerungen an den Herzkranzgefäßen hervorgehen, die zumeist durch Einflüsse wie einer zucker- und fettreichen Ernährung, Bluthochdruck oder auch Rauchen entstehen (vgl. Delius 2017). Während der Fahrten haben Lkw-Fahrer kaum die Möglichkeit etwas Richtiges zu essen: Meist handelt es sich um schnelle Snacks, deren Aufnahme mit gleichzeitigem Fahren vereinbar ist. Eine unzureichend gesunde Ernährung sowie der Bewegungsmangel resultieren in Übergewicht und damit auch in einer Verkalkung der Blutgefäße, die wiederum zu einem Herzinfarkt führen können.

Da die Technisierung der Berufswelt auch die Transportbranche betrifft, wurden die Meinungen der Fahrer zu Smart Devices erhoben.

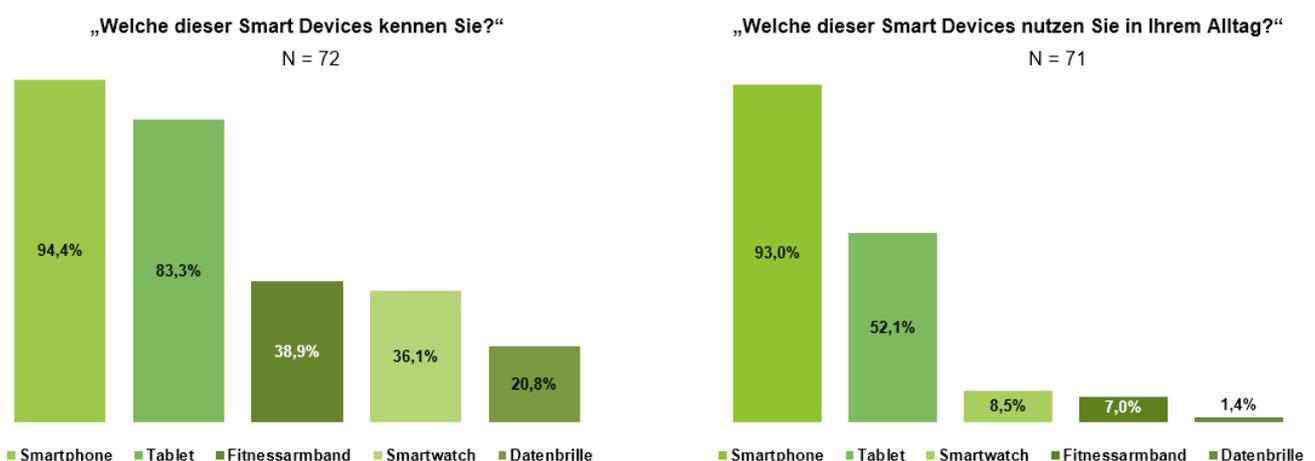


Abb. 4: Kenntnis und Nutzung der Smart Devices im Alltag (in Prozent)

In Bezug auf die Smart Devices zeigte sich ein hoher Kenntnis- und Nutzungsstand des Smartphones und Tablets unter den Fahrern (s. **Abb. 4**). Innovationen wie die Datenbrille oder das Fitnessarmband ergaben geringere Werte. Bei dem Smartphone sind die

Prozentzahlen von Kennen und Nutzen des Gerätes nahezu identisch und das Tablet kannte eine ähnliche hohe Anzahl der Fahrer, jedoch nutzten sie es weniger im Alltag. In den Gesprächen verglichen die Befragten oft die im Lkw verbaute On-Board-Unit mit einem Tablet. Es ist davon auszugehen, dass unter den Fahrern, die das Tablet zu kennen angegeben haben, einige das im Lkw verbaute System meinten und die tatsächliche Nutzung eines Tablets im Alltag somit geringer war. Die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage in Bezug auf die Smartwatch zeigten jedoch einen geringen Bekanntheitsgrad und eine noch geringere Nutzung im Alltag. Während der Bearbeitung waren sich einige Fahrer unsicher, wobei es sich bei einer Datenbrille handle. Ein Grund für die Diskrepanz zwischen der Nutzung und Kenntnis könnte die Zielgruppe technischer Innovationen sein. Oft beziehen sich daraus hervorgehende Geräte auf jüngere Generationen, die unter den Berufskraftfahrern aktuell weniger verbreitet sind.

„Was sind Erleichterungen, die Sie sich durch die Nutzung von Smart Devices vorstellen können?“
N = 69

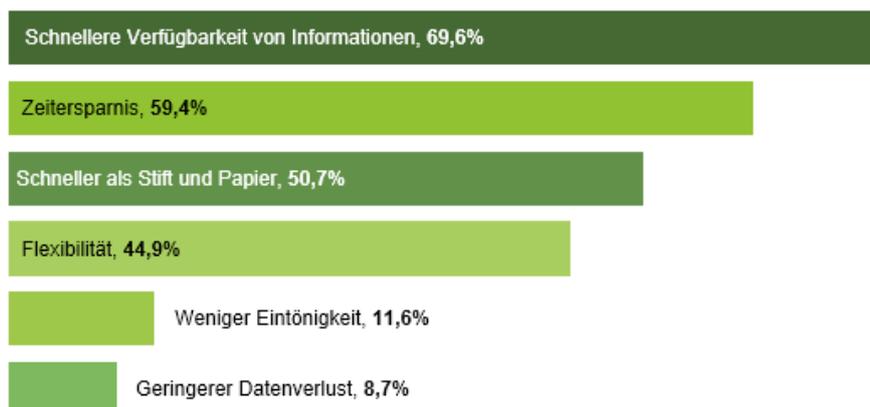


Abb. 5: Vorstellbare Erleichterungen durch den Einsatz von Smart Devices im Beruf (in Prozent)

Abb. 5 zeigt die Antworten zu vorstellbaren Erleichterungen durch den Einsatz von Smart Devices. Eine schnellere Verfügbarkeit von Informationen und Zeitersparnis, die aus der Nutzung hervorgehen, waren die meist genannten vorstellbaren Erleichterungen. Das Ergebnis der Befragung war ähnlich, da über die Hälfte der Fahrer der Meinung war, dass das Smartphone sowie das Tablet Stift und Papier ersetzen könnten. Lieferscheine und Fahrtberichte, die oft noch ausgedruckt werden, können auf diesen Geräten ausgefüllt und sofort verschickt werden. So kommen Zeitersparnis, die von den Fahrern als zweithäufigster Punkt der sechs Antwortmöglichkeiten angekreuzt wurde, sowie auch Flexibilität hinzu. Ähnliche Funktionen bietet die On-Board-Unit im Lkw, mithilfe derer z. B. Daten der Lieferscheine und Fahrtberichte an das Unternehmen versendet werden können. Die Flexibilität ist vor allem mit der Mobilität der Smart Devices

zu begründen, die sich für die Transportbranche eignet. Während Be- und Entladeprozessen sind Fahrer so schneller erreichbar. Es sollte jedoch ebenfalls kritisch betrachtet werden, inwiefern das Smartphone oder Tablet zu einer Verbesserung des Arbeitsprozesses beitragen und die OBU ersetzen könnten. Es sollten dazu die Funktionen der Geräte mit denen der Boardrechner verglichen werden. Die eingesetzten Smart Devices müssen mindestens über die wichtigsten Funktionen wie die Ortung des Lkw und der Austauschmöglichkeit von Textnachrichten verfügen. Zudem könnten Unternehmen etwa mithilfe von Testphasen die Benutzung der Smart Devices in Bezug auf die Ablenkungsgefahr unter ihren Fahrern erproben. Geräte wie das Smartphone oder Tablet bieten eine schnellere Informationsverfügbarkeit, die Kraftfahrern zudem im Arbeitsalltag von Nutzen sein kann. Damit können sowohl Informationen seitens des Unternehmens zu Änderungen o. Ä. gemeint sein oder die Nutzung der Geräte zur Informationsbeschaffung aus dem Internet. Übereinstimmend dazu gab die Mehrheit der Befragten in der durchgeführten Umfrage an, sich eine schnellere Verfügbarkeit von Informationen durch den Einsatz zu erhoffen. Die Smartwatch besitzt ähnliche Funktionen wie das Smartphone, mit dem Unterschied, dass sie direkt am Handgelenk getragen wird und über keine Kamerafunktion verfügt. Über die Uhr können jedoch Nachrichten oder Mails während der Arbeit empfangen werden. Allerdings sollte auch diese Funktion kritisch betrachtet werden: Bei Fahrern muss ihre ganze Konzentration auf dem Straßenverkehr liegen, die unter Umständen durch Geräte wie einer Smartwatch beeinflusst werden könnte. Aktuell erfolgt die Kommunikation über die im Lkw verbauten Boardrechner folgendermaßen: Mitarbeiter im Büro können den Fahrern Nachrichten schicken, die sie jedoch erst im Schritttempo oder Stillstand lesen können. Diese Einschränkung gibt es bei einer Smartwatch zurzeit noch nicht. Zwar ist sie während des Fahrens im Blickfeld des Fahrers, jedoch würde er durch die Nutzung seine Aufmerksamkeit für den Straßenverkehr reduzieren. Da unter den Befragten auch Fahrer waren, die Ruhe als Vorteil ihres Berufes angaben, könnte ihnen die ständige Erreichbarkeit möglicherweise zur Last fallen. Im Falle des Berufskraftfahrers fokussiert sich die Nutzung der Smart Devices auf die betriebsinterne Kommunikation und Kooperation, die in der Bestandsanalyse des Bundesinstituts für Bildung eher unwichtiger ausfiel. Für den betriebsinternen Kontakt können die Kontaktaufnahme bei Unklarheiten sowie auch das Verschicken eines Bildes zur Visualisierung des Problems als nützliche Beispiele genannt werden. Mithilfe eines Vergleiches des Bordrechners im Lkw mit Smart Devices konnte festgestellt werden, dass dieser über ausreichende Funktionen für die Arbeit der Kraftfahrer verfügt und viele der Gründe zur Nutzung von Smart Devices schon damit realisierbar sind. Man kann anhand der Ergebnisse zu diesem Themenblock zumindest von einem grundlegenden Wissen über Smart Devices bei Lkw-Fahrern ausgehen. Jedoch wäre es vor allem für Unternehmen interessant zu wissen, über welche Erfahrungen die Fahrer verfügen, um eine gemeinsame Wissensgrundlage voraussetzen zu können bzw. die Fahrer bei Bedarf zu unterstützen.

Als Einstieg in den Themenblock des hochautomatisierten Fahrens wurden die Fahrer in der Befragung gebeten, ihr Wissen dazu einzuschätzen. Ihnen lag die Definition des hochautomatisierten Fahrens nach *SAE J3016* während der Befragung vor, sodass bei Unklarheiten eine genaue Definition Abhilfe schaffen konnte. Der überwiegende Teil der befragten Fahrer schätzte das eigene Wissen in einem mittelmäßigen Bereich ein. Es gaben etwas weniger Fahrer einen guten bis sehr guten Wissenstand an, als diejenigen, die ihn als schlecht bis sehr schlecht einschätzten.



Abb. 6: Einschätzung zu der Arbeit mit hochautomatisierten Lkw (in Prozent)

Es zeichnete sich eine positive Einstellung gegenüber dem beruflichen Einsatz von Smart Devices ab, ebenso wie bei der Arbeit mit einem hochautomatisierten Lkw: Über die Hälfte der Befragten hielt den Gedanken an eine Arbeit mit Fahrzeugen, die mit einer solchen Technik ausgestattet sind, für vorstellbar (s. **Abb. 6**).



Abb. 7: Erwartungen an das hochautomatisierte Fahren (in Prozent)

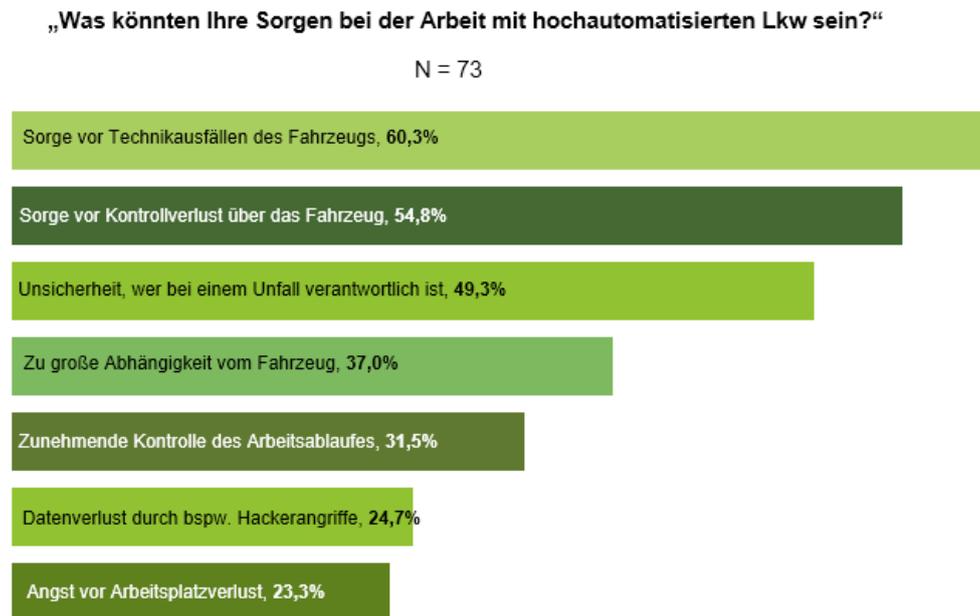


Abb. 8: Sorgen bezüglich des hochautomatisierten Fahrens (in Prozent)

Neben Sorgen vor einem Kontrollverlust über das Fahrzeug und Technikausfällen, konnten Fahrer aus ihren Erfahrungen einige Vorteile ableiten, wie etwa eine Steigerung der Verkehrssicherheit oder die Umweltfreundlichkeit automatisiert fahrender Lkw. 90% der Unfälle mit Lkw werden auf das menschliche Versagen zurückgeführt. Durch ihre Erfahrung konnten die befragten Lkw-Fahrer dies ähnlich einschätzen. Die Erwartung einer geringeren zeitlichen Belastung und des Drucks durch den Einsatz des HAF ist vor allem mit dem Ergebnis in Beziehung zu setzen, bei dem ein Teil der Fahrer Zeitdruck als negativen Aspekt des Berufes nannte. Die Befragten erhofften sich durch die Nutzung der Technologie eine psychische Entlastung. Daraus lässt sich ableiten, dass, obwohl sich ein überwiegender Teil der Fahrer nur im mittleren Bereich des Wissens zum HAF einschätzte, sie durch ihre Erfahrung mit den Fahrzeugen die Rentabilität der Innovation abschätzen konnten.

Auch ein Datenverlust durch bspw. Hackerangriffe wurde von wenigen Fahrern angegeben. Dies deckt sich mit dem Ergebnis aus dem Themenblock der Smart Devices zu der Frage nach den Erleichterungen, wo der geringere Datenverlust, die am wenigsten angenommene Erleichterung darstellte. Offensichtlich ist dies ein Punkt, den die befragten Fahrer nicht als Herausforderung oder Problemfeld sehen. Von größerer Relevanz ist da die Sorge vor Technikausfällen, sowie des Kontrollverlustes. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Beeinträchtigung des Fahrens eine viel größere Bedeutung für Fahrer hat, als Probleme, die neben dem Fahren auftreten könnten, wie der erwähnte Datenverlust oder auch die zunehmende Kontrolle des Arbeitsablaufes. Das Problem der Feststellung der Unfallverantwortlichkeit ist kein neues. Dazu hat von politischer Seite das Bundesamt für Güterverkehr eine Idee zum Einbau einer Blackbox in den Lkw geäußert. Da dieser

Punkt eine der häufigsten Sorgen war, könnten Unternehmen dem durch Aufklärung vorbeugen.

Fazit der Arbeit und Ausblick

Es konnten in den Ergebnissen viele Parallelen zu der vorangegangenen durchgeführten Studien festgestellt werden, wie etwa die Bedeutsamkeit der Vereinbarkeit des Berufes mit der Familie und einem guten Verdienst. Es waren die zwei der drei am häufigsten genannten Gründe, die laut einer Studie des Bundesamtes für Güterverkehr für ein Zufriedenheitsgefühl der Fahrer in ihrem Beruf sorgen und gleichzeitig die beiden meist genannten Gründe unter den negativen Aspekten in der selbst durchgeführten Erhebung.

Des Weiteren ergaben sich vorher nicht erwartete Ergebnisse wie ein höheres Alter einiger Neueinsteiger in diesem Beruf sowie ein niedriges Gefühl von Eintönigkeit während des Fahrens.

Zudem zeigte die Befragung, dass die Kenntnis und Nutzung des Smartphones und des Tablets unter den befragten Fahrern hoch sind, wohingegen Technologien wie die Smartwatch, das Fitnessarmband und die Datenbrille weniger bekannt und noch weniger genutzt werden. Aus den Ergebnissen geht ebenfalls hervor, dass Kraftfahrer durch ihre Erfahrung einen Beitrag zur Frage nach dem Einsatz digitaler Geräte anhand ihrer Nützlichkeit leisten können. Ein nennenswerter Teil war skeptisch, was die dazugewonnene Hilfe durch Smart Devices betrifft. Die Nützlichkeit des Einsatzes einiger Geräte wurde durch die Fahrer ebenso in Frage gestellt. Im Vergleich gab es aber auch viele Fahrer, die positiv und offen gegenüber Smart Devices eingestellt waren. Somit gestaltet sich das Gesamtergebnis dieses Themenblocks zwiespältig, indem man Kraftfahrern ein grundlegendes Interesse an Smart Devices zusprechen kann, es jedoch kritisch betrachtet werden muss, inwiefern sich ein Einsatz für Unternehmen und Fahrer lohnt. Zudem brachten einige Fahrer Bedenken hervor, was die Menge der durch das Unternehmen erhaltenen Daten betrifft. Dies resultiert oft in einer nicht zweckmäßigen Nutzung der bereitgestellten Geräte.

Dem Thema der Automation von Fahrzeugen widmete sich der letzte Teil des Fragebogens. Dabei ging es, ähnlich wie bei den Smart Devices, um die Meinungen von Kraftfahrern zu dieser Innovation. Interessanterweise konnten die Fahrer, trotz der Angabe eines mittelmäßigen Wissens über HAF anhand ihrer Erfahrung mit den Fahrzeugen abschätzen, welche Funktionen dieser Technologie sich als lohnend erweisen könnten. Diese stellten unter anderem die vorangegangenen vorgestellten Vorteile dar. Zusammenfassend konnte sich die Mehrheit eine Arbeit im hochautomatisierten Lkw vorstellen, was eine gute Grundlage für die Einführung von HAF bietet, da Fahrer trotz einer überwiegend kritischen Einstellung eine Offenheit gegenüber dieser Technologie zeigten.

Zielsetzung der Arbeit war eine Bewertung von Veränderungen und Entwicklungsperspektiven des Kraftfahrerberufes. Diese Bewertung resultierte, neben der Interpretation der Ergebnisse, in Handlungsempfehlungen für Unternehmen. Aus der Darlegung der Umfrageergebnisse sind Ideen zu entnehmen, die Problemfelder in ihrer Breite und Tiefe abdecken und Lösungen dafür bieten. So kann beispielsweise durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit, Aufgeschlossenheit bei der Integration von Flüchtlingen im Betrieb, wie sie durch das Bundesamt für Güterverkehr in Betracht gezogen wurde oder die Beachtung älterer Neueinsteiger in diesem Beruf dem Nachwuchsmangel vorgebeugt werden. Die Attraktivität des Berufsfeldes kann durch eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen erhöht werden. Dazu zählen unter anderem eine Gewährleistung der Vereinbarkeit des Berufes mit der Familie, die Suche nach Lösungen zur Entlastung der Parksituationen von Raststätten, das Festhalten und Stärken der als positiv empfundenen Aspekte der Arbeit als Kraftfahrer und die Unterstützung einer gesunden Lebensweise als eine Vorbeugung gegen Erkrankungen. In Bezug auf Smart Devices ist die Medienkompetenz technikererfahrener Arbeitskräfte zu erhöhen. Eine Sensibilisierung für die Signifikanz des Einsatzes digitaler Geräte durch das Unternehmen kann ebenfalls zu einer höheren Nutzungsfreude führen. Um eine höhere Zustimmung des Einsatzes von hochautomatisierten Lkw zu erreichen, können Unternehmen beispielsweise einen direkten Kontakt zu dieser Technologie ermöglichen, wodurch das Wissen erhöht und im besten Fall die Skepsis eingedämmt wird. Aus den Handlungsempfehlungen lässt sich schließen, dass es in der Macht der Unternehmen liegt, die Veränderungen des Berufsbildes und eine Attraktivitätssteigerung herbeizuführen.

Gleichzeitig haben Kraftfahrer durch ihre Haltung gegenüber Innovationen und ihre Erfahrung in diesem Beruf einen Einfluss auf die Entwicklung des Berufes. Die mithilfe der Befragung erreichten Ergebnisse ließen sich mit den Informationen zum Beruf vergleichen und stimmten dabei häufig mit bereits vorliegenden Daten zum Stand des Berufes aus der Recherche überein.

Auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten Befragung konnte die Forschungsfrage beantwortet und zudem eine Unterteilung dargestellt werden, in wessen Verantwortung die Veränderung und die Entwicklung des Berufes liegen.

Literaturverzeichnis

Bundesagentur für Arbeit (2017): Arbeitsmarkt nach Berufen – Deutschland, West/Ost und Länder.

Bundesagentur für Arbeit (2018): Berufsinformationen – Berufskraftfahrer/ in. Hg. v. Bundesagentur für Arbeit. [berufenet.de](https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=_V8J8oKJ9o4tZT8B_woKuF0Fzntk59y6SzhWQHuDdxrIkQxAQciM!-1470489172?path=null/suchergebnisse/kurzbeschreibung&dkz=13794&such=berufskraftfahrer). Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=_V8J8oKJ9o4tZT8B_woKuF0Fzntk59y6SzhWQHuDdxrIkQxAQciM!-1470489172?path=null/suchergebnisse/kurzbeschreibung&dkz=13794&such=berufskraftfahrer, zuletzt geprüft am 18.01.2018.

- Bundesamt für Güterverkehr (Hg.) (2017): Marktbeobachtung Güterverkehr. Auswertung der Arbeitsbedingungen in Güterverkehr und Logistik 2017-I. – Fahrerberufe -. Köln.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hg.) (2017): Aktionsplan Güterverkehr und Logistik. – nachhaltig und effizient in die Zukunft.
- Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V. (Hg.) (2016/2017): Jahresbericht 2016/2017.
- COP CompensationPartner GmbH (26.10.2016): Überdurchschnittliche Lohnsteigerungen bei Berufskraftfahrern. Artur Jagiello.
- DEKRA Akademie GmbH (2016): Arbeitsmarkt-Report 2016. Qualifikationsbedarfsanalyse auf der Basis von mehr als 13.800 Stellenangeboten.
- Delius, Wolfram Prof. Dr. med. (2017): Ursachen & Risikofaktoren eines Herzinfarktes. Hg. v. Berufsverband Deutscher Internisten e.V. München. Online verfügbar unter <https://www.internisten-im-netz.de/krankheiten/herzinfarkt/ursachen-risikofaktoren/>, zuletzt geprüft am 20.02.2018.
- ERTRAC Working Group "Connectivity and Automated Driving" (2017): Automated Driving Roadmap. Hg. v. European Road Transport Research Advisory Council.
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik: Smart Devices. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik. Online verfügbar unter https://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/informationslogistik_und_assistenzsysteme/smart_devices.html.
- Gensicke, Miriam; Bechmann, Sebastian; Härtel, Michael; Schubert, Tanja; García-Wülfing, Isabel; Güntürk-Kuhl, Betül: Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine repräsentative Bestandsanalyse. Hg. v. Bundesinstitut für Berufsbildung. Bonn.
- Janssen, Robbert; Zwijnenberg, Han; Blankers, Iris; Kruijff, Janiek de (2015): Truck Platooning. Driving The Future Of Transportation, Februar 2015.
- Lemmer, Karsten (Hg.) (2016): Neue autoMobilität. Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. München: Herbert Utz Verlag GmbH (acatech STUDIE).
- Roland Berger GmbH (Hg.) (2016): Automated Trucks. The next big disruptor in the automotive industry? Chicago/ München.

E1

Künstliche Intelligenz

Cognitive Operations – Ein neuer KI-basierter Planungsansatz

Management Summary

Künstliche Intelligenz

Planungs-Cockpit/Dashboard

CPO-basiertes Resource Scheduling

Automatisierte Entscheidungsunterstützung

Prescriptive Analytics versus Machine Reasoning

Prescriptive Planning & Prescriptive Execution

Kurzfristplanung und Langfristplanung

Zusammenfassung

Autoren

Cognitive Operations – Ein neuer KI-basierter Planungsansatz

Christoph Lieth, Managing Director, Cogista, Köln

Alexander Kouril, Managing Director, connective elements, Karlsruhe

Management Summary

In dieser Übersicht stellen Christoph Lieth und Alexander Kouril einen neuen KI-basierten Planungsansatz für komplexe Supply Chain-, Produktions- und Logistikprozesse vor. KI steht hierbei für Künstliche Intelligenz, einem bedeutenden Bereich der Softwaretechnologie, der in den letzten Jahren und in naher Zukunft eine bedeutende Rolle in Industrie, Gesellschaft und Politik spielen wird. In dieser Übersicht führen wir kurz in die neue Welt der Künstlichen Intelligenz ein und stellen einen KI-basierten Planungsansatz speziell für Logistik und Supply Chain vor.

Dieser neue Planungsansatz setzt dabei bewusst auf neueste wissenschaftliche Ergebnisse und Entwicklungen in der KI-Forschung, konkret in den Bereichen der semantischen KI, neuen Scheduling- und Analytics-Verfahren. Als Ergebnis wird durch die Kombination dieser KI-Technologien ein neues Planungs- und Steuerungssystem bereitgestellt, welches sich in die bestehenden SAP-/ERP-Landschaften integrieren und nutzen lässt.

Unser Fokus liegt dabei auf der Etablierung eines innovativen Planungs- und Steuerungsansatzes, der Industrie 4.0 ermöglicht und den wir im Folgenden beschreiben:

Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI), im Englischen auch *Artificial Intelligence* bezeichnet oder kurz *AI* ist ein Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem Maschinellen Lernen befasst. Konkret geht es darum, wie ein Algorithmus oder ein Programm analog zur Intelligenz eines menschlichen Experten autonom – also ohne jegliche externe Unterstützung und ohne menschliche Hilfe – die Komplexität von Zusammenhängen, Verhaltensmuster besser, schneller erfassen kann und Probleme lösen kann.

Für die weitere Betrachtung lässt sich die KI in folgende Bereiche unterteilen:

1. Lösungsfindung (Solve): Lösungs- und Suchverfahren, die ein Problem in einem bestimmten Kontext lösen.

2. Wissensrepräsentation und Schlussfolgerungen ziehen (Reason): Modellierung vorhandenen Wissens (z. B. der Logistikstrukturen, Stammdaten, immer wieder auftauchende Engpässe etc.) und auf dieser Basis Schlussfolgerungen ziehen für eine neue Problemstellung.
3. Lernen: Erlernen von Mustern in Daten aufgrund von Beispielen.
4. Kommunikation und Interaktion: Sprach und Bilderkennung bzw. Robotics.

Beispielhaft erläutern wir den Teilbereich Lernen.

Inzwischen gibt es einen sehr umfangreichen Bestand an Maschinellen Lernverfahren, im Englischen als *Machine Learning* bezeichnet, die in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden und dabei erhebliche Vorteile und Erkenntnisgewinne erzielt haben.

Dabei lernen Maschinelle Lernverfahren zuerst aus Beispielen und können die dabei erzielten Erkenntnisse nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern. Das bedeutet, es werden nicht einfach die Beispiele auswendig gelernt oder entsprechend der programmierten Entscheidungsverfahren ausgewertet, sondern es „erkennt“ Muster und Gesetzmäßigkeiten in den Lerndaten und damit eben auch in der Praxis in den zur Verfügung gestellten Datenmengen. Unternehmen können dadurch beispielsweise Verhaltensmuster von Betrügern frühzeitig genug erkennen, potentielle technische Störungen eines Gerätes frühzeitig prognostizieren und vor allem Lieferengpässe in der Logistik ebenfalls frühzeitig ermitteln und warnen.

Im Umfeld der industriellen Logistik und Produktion ist zumindest für komplexe Planungs- und Steuerungsaufgaben eine Kombination von unterschiedlichen Verfahren aus allen 4 Teilbereichen notwendig. Insbesondere das Zusammenspiel von maschinellen Lernen (Machine Learning), Wissensrepräsentation und Schlussfolgern (Machine Reasoning) ist von Bedeutung.

KI-basierte Verfahren finden immer mehr Einzug in unterschiedlichen industriellen Prozessen und Unternehmensbereichen; so auch in der Logistik. So werden beispielsweise KI-basierte Verfahren in der Risikoanalyse von Lieferanten, für die Prognose von Währungsschwankungen im internationalen Einkauf und insbesondere für die Prognose potentieller Lieferschwierigkeiten und deren Auswirkungen auf die Produktion eingesetzt. Inzwischen gibt es hierzu vielfältige Erfahrungen und wissenschaftliche Studien, die die Wirkungsweisen von KI auf industrielle Prozesse analysiert haben. Dabei konnte ermittelt werden, dass komplexe Prozesse durch KI-Einsatz optimiert und automatisiert werden können. Eine Vielzahl von Routine-, Kontroll- und Verwaltungsaufgaben von menschlichen Experten können ebenfalls automatisiert werden, wodurch die eingesetzten Experten „befreit“ werden von lästiger Routinearbeit und sich den relevanten strategischen Aufgaben besser widmen können.

Der von uns hier skizzierte Planungs- und Steuerungsansatz setzt dabei sehr stark auf Machine Reasoning Verfahren. Machine Reasoning Verfahren stellen eine neue Katego-

rie von KI-basierten Verfahren dar, die Probleme nicht nur erfassen und analysieren, sondern extrem schnell passende Optimierungs- und Problemlösungsstrategien für eine bestehende Problemstellung wie z. B. Lieferengpass, Ausfall oder Störung eines Produktionsprozesses etc. ermitteln.

Im weiteren Verlauf dieses Artikels wollen die Autoren nunmehr auf neue KI-basierte Verfahren eingehen, die insbesondere die Planung und Steuerung in der gesamten Logistikkette signifikant verbessern werden.

Planungs-Cockpit/Dashboard

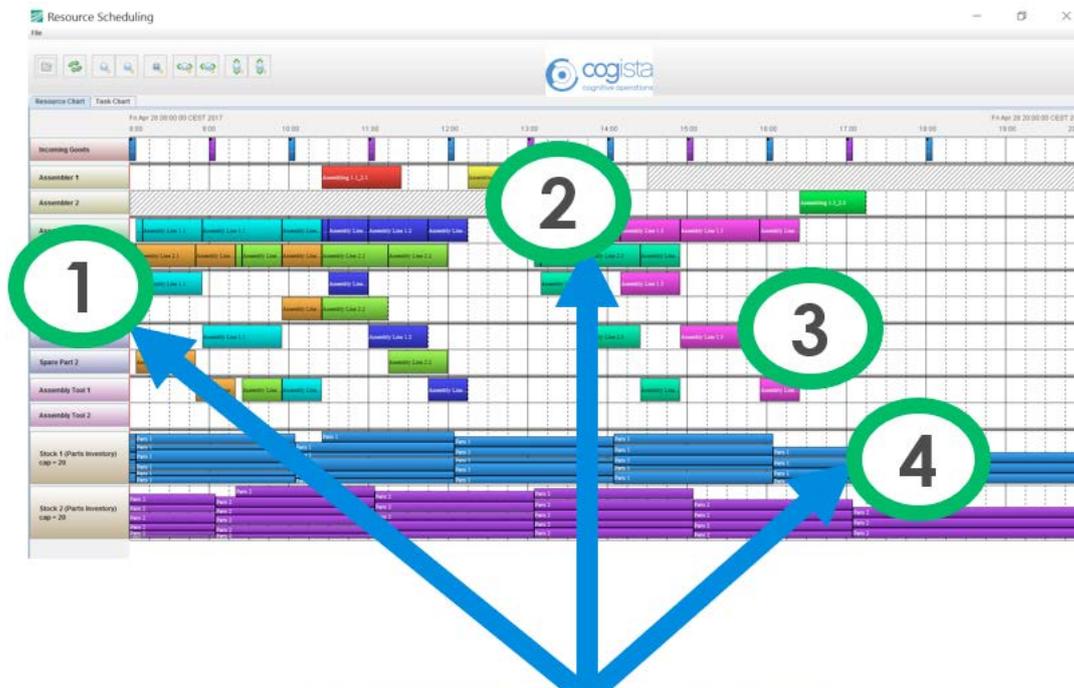
Planung und Steuerung wird generell nicht durch eine Menüführung durchgeführt, sondern grundsätzlich nur durch dashboardbasierte Planungstafeln, die intuitiv verständlich und bedienbar sind.

Die u. a. Abbildungen zeigen eine erste prototypische Visualisierung der zentralen Plan-tafel, die ergänzt ist um weitere intuitive Visualisierungen z. B. hinsichtlich der Analytics. Die Gestaltung des Mensch-Maschine Schnittstelle hinsichtlich der Lösungsfindung, Lösungserklärung, (Discovery) Analytics und des deklarativen Reportings ist ein zentrales Modul des Planungs- und Steuerungsansatzes.



Die Plantafel ermöglicht dem Planer per Mausklick Ressourcen in einem Prozessablauf zu verschieben und die Auswirkungen sofort zu verstehen.

1. In der linken Spalte sind analog dem Swimlane-Ansatz die Werkzeugmaschinen, Produktionsanlagen aber auch Experten eingetragen, die per Mausklick aktiviert oder „deaktiviert“ werden (bei Krankheit oder Ausfall).



2. Die einer Werkzeugmaschine oder einem anderen Ressourcenträger zugeordnete Ressource wird verbraucht. Der Planer kann per Mausklick den Ressourceneinsatz verschieben oder einer anderen Maschine zuordnen; das Scheduling-Verfahren ermittelt dann dazu einen optimalen Ressourceneinsatz.
3. Ressourcen können entsprechend der Vorgaben (= Constraints) verschoben werden.
4. Die Auswirkungen auf das Lager sowie auf die Ressourcen-Allokationen sind sofort sichtbar.

Aus unserer Sicht ist der Einsatz intuitiv verständlicher und bedienbarer Visualisierungen erfolgskritisch, da wir uns durch derartige grafische Steuerungssysteme die Akzeptanz der Planer und den effektiven Einsatz sicherstellen.

Durch den Einsatz von KI ergeben sich im Speziellen folgende Ansätze:

1. Eine interaktive Lösungsfindung (z. B. auch sprachgesteuert), die aus bereits erfolgreichen Lösungen lernt
2. Die Lösungsermittlung in „near-real time“ als wichtige Voraussetzung für die effiziente „What-if-Analyse“
3. Interaktive, explorative Analytics, die Zusammenhänge komplexer Ereignisse, wie z. B. ein Engpass aufbereiten (siehe auch Complex Event Processing)

CPO-basiertes Resource Scheduling

Planung und Steuerung basieren dabei auf einem sehr performanten KI-basiertem Scheduling-Verfahren. Hier setzen wir auf ein integriertes Constraint-Programming-basiertes Scheduling-Verfahren, welches die eingesetzten Ressourcen im Zusammenspiel eines industriellen Prozessablaufes analysiert und bei Ressourcenengpässen extrem schnell Optimierungs- und Problemlösungsstrategien ermittelt und umsetzt. In dieses Scheduling-Verfahren sind multidimensionale Predictive Analytics-Methoden, Heuristiken und Operations Research-Methoden integriert, so dass selbst bei komplexen Problemstellungen mit sich permanent dynamisch variierenden Einflußfaktoren sehr schnell geeignete Problemlösungen ermittelt werden. Das Resource Scheduling-Verfahren ermöglicht dabei die Berücksichtigung unterschiedlicher Ziel- und Optimierungsfaktoren wie etwa Zeit, Ressourceneffizienz, Kosteneffizienz etc. Dementsprechend sind die folgenden Scheduling-Verfahren per Mausklick realisierbar:

- Resource Scheduling: Optimaler Ressourcenverbrauch, Reduzierung des Energie- und Stromverbrauches eines Produktionswerkes oder Optimierung von Lieferketten
- Time Scheduling: Optimierung von Prozessabläufen bei zeitkritischen Randbedingungen (Ersatzlieferung bei Lieferengpässen etc.)
- Cost Efficiency Scheduling: Optimierung der eingesetzten Budgets

Im Ergebnis kann der Planer durch Nutzung von CPO-basierten Scheduling-Verfahren komplexe Planungsaufgaben sehr schnell – in wenigen Sekunden – ausführen, anstatt langwierig und nervenaufreibend in mehreren Stunden eine Problemlösung zu entwickeln und abzustimmen.

Automatisierte Entscheidungsunterstützung

Der Einsatz von Scheduling-Verfahren wie auch der von uns präferierte CPO-Scheduling-Ansatz setzt grundsätzlich die Akquise und Aufbereitung relevanter operativer Datenströme voraus, ohne die kein Scheduling-Verfahren realisierbar ist. Die einmal aufbereiteten Datenströme können für weitere KI-basierte Entscheidungsverfahren verwendet werden. Genau hier setzt der von uns bevorzugte Ansatz eines semantischen Complex Event Processing-Verfahrens an. Dieses Verfahren kann auch als Filter verstanden werden, der den operativen Datenstrom in Echtzeit auswertet, eingehende Events (Störungsmeldungen, Lieferengpässe, Anomalien etc.) interpretiert und daraus ein Problemprofil ableitet. Anhand dieses Problemprofils können nun geeignete Problemlösungsstrategien mittels der Scheduling-Verfahren ermittelt und simuliert werden. Dies ermöglicht dem Planer eine schnelle und unkomplizierte Auseinandersetzung mit potentiellen unterschiedlichen Problemlösungsstrategien.

Dank des Einsatzes von Robotic Process Automation basierten Verfahren (von Magic Software, CodeMettle etc.) kann der Prozess der Entscheidungsfindung weitgehend automatisiert werden; dies wird durch die Bildung von „Prescriptive Execution“-Verfahren ermöglicht.

Prescriptive Analytics versus Machine Reasoning

Im ersten Kapitel sind wir kurz auf Machine Reasoning Verfahren eingegangen, die sich immer mehr als neuer Zweig der KI-Technologie herausbildet. Parallel dazu formieren sich im Markt weitere, sehr ähnliche Ansätze unter dem Begriff Prescriptive Analytics. Deshalb ist es hier notwendig, kurz auf die Unterschiede und Gemeinsamkeiten einzugehen.

Machine Reasoning Verfahren setzen verstärkt auf logische Systeme wie etwa Induktion oder Deduktion, um praktikable Lösungen zu ermitteln. Konkret werden hierzu Methoden aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Causal Reasoning etc. eingesetzt. Der Begriff Reasoning wird sehr gerne auch für Steuerungs-Verfahren verwendet, die autonom entsprechend der hinterlegten Logiken komplexe Systeme steuern.

Prescriptive Analytics Verfahren ergeben sich aus der Kombination unterschiedlicher analytischer Verfahren mit Wissens-basierten Systemen. Dabei erzielen die Wissens-basierten Systeme aufgrund von Erfahrungen neue optimale Vorgehensweisen, die wiederum mit analytischen Methoden optimiert werden.

Letztendlich geht es bei beiden Ansätzen jeweils um die autonome Entscheidungsfindung für die Steuerung komplexer Systeme. Aus unserer Sicht sind die Unterschiede marginal und werden in naher Zukunft keine bedeutende Rolle spielen. Im Kern geht es darum, dass KI-basierte Steuerungs-Algorithmen in komplexen, dynamischen Umgebungen das Zusammenspiel von Technologien, Organisationen, Prozesse autonom steuern und durch selbstlernende Fähigkeiten optimieren.

Prescriptive Planning & Prescriptive Execution

Durch die Kombination von semantischer KI und Constraint-Programming basierten Optimierungsverfahren bilden wir einen Planungsansatz, der es dem Planer ermöglicht, Optimierungen per Mausklick zu erstellen und deren Wirkungsweisen auf einen industriellen Prozessablauf zu verstehen. Diese Kombination wird auch als wichtiger Bestandteil von Prescriptive Analytics verstanden.

Prescriptive Analytics beschäftigt sich mit der Frage, wie sich die verschiedenen Handlungen auf ein Ergebnis auswirken und welche die optimalen Vorgehensweisen in bestimmten Situationen sind. Als Resultat liefert Prescriptive Analytics Handlungsemp-

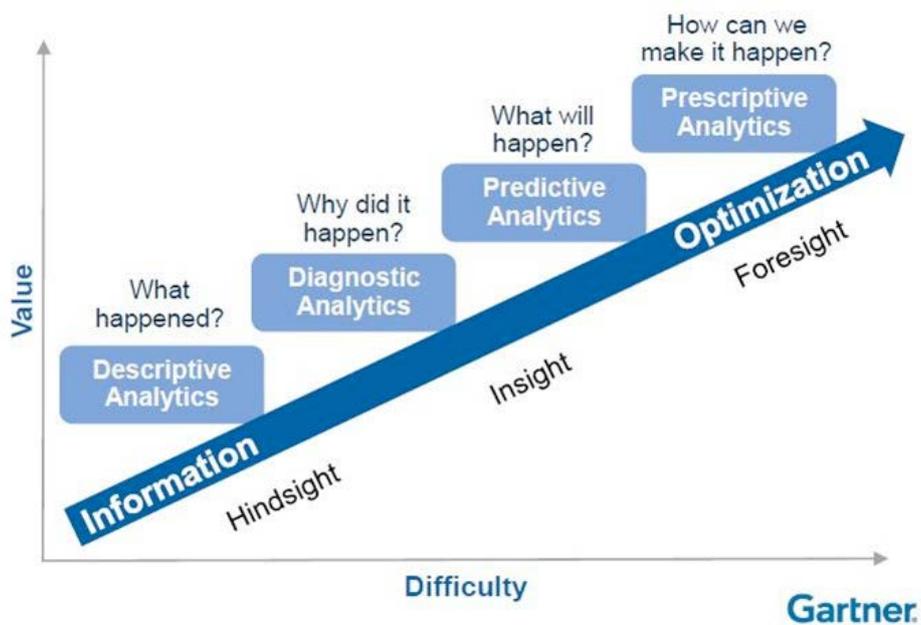
fehlungen und ermöglicht automatisierte Entscheidungsfindungen. Damit lässt sich Prescriptive Analytics gut abgrenzen von anderen populären analytischen Verfahren:

- Descriptive Analytics, die Datenaggregation und Data Mining nutzen, um einen Einblick in die Vergangenheit zu geben und zu beantworten: „Was ist passiert?“
- Predictive Analytics, die statistische Modelle und Prognoseverfahren verwenden, um die Zukunft zu verstehen und zu beantworten: „Was könnte passieren?“

Im Gegensatz dazu lässt sich Prescriptive Analytics wie folgt beschreiben:

- **Prescriptive Analytics**, die Optimierungs- und Simulationsalgorithmen zur Beratung über mögliche Ergebnisse und Antworten verwenden: „Was sollen wir tun?“

Einsatzbeispiele sind das Bestandsmanagement, die Betriebsmittelplanung, die Produktionsplanung, die Optimierung von Lieferketten, die Finanzplanung oder die Optimierung von Marketingmaßnahmen.



Grafik: Gartner 2017/2018

Im Kontext zu Prescriptive Analytics verstehen wir Prescriptive Planning als einen Ansatz, bei dem sich die Planung (Disposition, Ressourceneinsatz, Supply Chain, Produktion, Wartung und Instandhaltung etc.) permanent selbst optimiert und sich selbst steuert. Dabei übernimmt der Planer immer mehr die strategische Gestaltung, Optimierung und Neuausrichtung des industriellen Prozesses und wird entlastet von Routine- und Kontrollaufgaben. Das verstehen wir unter Cognitive Operations.

Kurzfristplanung und Langfristplanung

In nahezu allen Betrieben und Werken mit komplexen industriellen Supply Chain-Prozessen gibt es eine Kurzfristplanung mit wöchentlichem, täglichen und/oder monatlichem Planungshorizont. Häufig ist es schwierig, die Kurzfristplanung mit der Langfristplanung in Einklang zu bekommen bzw. zu synchronisieren. Diese Synchronisations-Lücke kann durch die beschriebenen Scheduling-Ansätze grundsätzlich gelöst werden. Dabei übernehmen die Scheduling-Verfahren die in der Langfristplanung als Constraints beschriebenen Randbedingungen (Ziel-, Optimierungsfaktoren, Strafkosten-Verfahren etc.) und berücksichtigen diese bei der Kurzfristplanung.

Zusammenfassung

- Ganzheitliche und vor allem hochgradig automatisierte Planung, Steuerung und Umsetzung von Produktions-, Supply Chain- und Logistikprozessen.
- Multidimensionale Planung und Steuerung von Materialflüssen, Wartung und Qualität.
- Der Anwender nutzt eine intuitiv verständliche und bedienbare Planungsoberfläche, die ihm eine transparente Übersicht vermittelt. In einer späteren Ausbaustufe ist auch eine Sprachsteuerung angedacht.

Autoren

Christoph Lieth

- Dipl.- Wirt. Ing. (Uni Siegen), MBA (Kellogg/WHU)
- Managing Director/Gründer von Cogista

Mehr als 20 Jahre Führungs-, Managementberatungs- und operative Umsetzungserfahrung in den Bereichen Operations, Supply Chain Management und Prozessoptimierung

Erfahrungen:

- Expertise in Chemie-/Pharma- und Prozessindustrien und CPG
- Expertise in der SAP-Beratung (Supply Chain, Logistik, Produktion, Einkauf)
- Geschäftsführung von Camelot Management Consultants
- Dozent für Operations Management, Supply Chain Management

Cogista | Cognitive Operations

Erich-Heckelstr. 34d, 50933 Köln,
M: +49 172 9943286 , E: christoph.lieth@cogista.com

Alexander Kouril

- Dipl.- Ing. Raumfahrttechnik (TU Berlin), MBA (TSM Business School)
- Managing Director/Gründer von connective elements

Mehr als 20 Jahre Führungs-, Managementenerfahrung in den Bereichen Business Development, IT Programm Management; Spezialisierung auf Robotic Process Automation und Einsatz von Künstliche Intelligenz-Systemen in den Bereichen Planung und Steuerung von Industrieprozessen

Erfahrungen:

- Expertise in der Telekommunikations-, Automobil- und Informationstechnik-Industrie
- Expertise in den Bereichen Robotic Process Automation, KI-basierten CPO-Scheduling-Verfahren
- Expertise im IT-Service-Management

connective elements GmbH

Am Rüppurrer Schloß 5 / 5115, D-76199 Karlsruhe,
M: +49 151 55143222, E: alexander.kouril@connective-elements.com

E2

Schöne neue Arbeitswelt?

Kompetenzveränderungen in der schönen neuen Arbeitswelt: Wie gelingt es, Belegschaften für den Wandel resilient zu machen?

**Einleitung: Warum ist wichtig, in die Resilienz
von Belegschaften zu investieren?**

- 1. Gerade Deutschland muss in Resilienz investieren**
- 2. Lebenslanges Lernen ist Voraussetzung für Resilienz**
- 3. „Future hot Skills“ und Metakompetenzen erhöhen
die qualifikatorische Resilienz**
- 4. Veränderte Führungsanforderungen:
Was zeichnet erfolgreiche Digital Leaders aus?**
- 5. Fazit**
- 6. Über die Autorin**
- 7. Literaturverzeichnis**

Kompetenzveränderungen in der schönen neuen Arbeitswelt:

Wie gelingt es, Belegschaften für den Wandel resilient zu machen?

Prof. Dr. Yasmin Weiß, TH Nürnberg

„Die Veränderbarkeit der Welt besteht in ihrer Widersprüchlichkeit. Wirklicher Fortschritt ist nicht Fortgeschrittensein, sondern Fortschreiten.“ (Bertold Brecht)

Einleitung: Warum ist wichtig, in die Resilienz von Belegschaften zu investieren?

Die vierte industrielle Revolution und die digitale Transformation mit ihren disruptiven Innovationen sind in vollem Gange und ziehen enorme Auswirkungen auf die Wirtschaft und die Anforderungen, die an Mitarbeiter und Führungskräfte gestellt werden, nach sich. Wir haben es mit der größten Arbeitsumwälzung seit der industriellen Revolution zu tun.

Neu an dieser Entwicklung ist die atemberaubende Geschwindigkeit, mit der in vielen Branchen bislang erfolgreiche Geschäftsmodelle zum Teil existentiell unter Druck geraten. In Branchen wie der Logistik, Automobil, Banken und Versicherungen ist vieles Realität geworden, was bis vor einigen Jahren noch für Science Fiction gehalten worden ist. Die Entwicklung wird sich mit immer schnelleren Innovationszyklen fortsetzen. Wie wird folglich der Arbeitsmarkt von morgen aussehen, welche Anforderungen werden an Mitarbeiter und Führungskräfte gestellt? Was kommt, was geht, was bleibt? Wird menschliche Arbeit zunehmend verdrängt und von immer leistungsfähigeren Maschinen, Robotern und künstlicher Intelligenz übernommen? Oder ermöglicht das effiziente Zusammenspiel von Mensch und Maschine eine neue Aufgabenteilung, die zu mehr Zufriedenheit im Arbeitsleben führen wird? Die Digitalisierung wirft auf kaum einem Gebiet so viele komplexe und schwer zu beantwortende Fragen auf wie auf die Auswirkungen auf die Arbeit und auf die Anforderungen, die an Menschen zukünftig gestellt werden. Die Thematik polarisiert sehr stark: Viele Menschen sind besorgt, fürchten um ihre Arbeitsplätze und sind besorgt, mit den Veränderungen nicht Schritt halten zu können. Andere sehen durch die anstehenden Veränderungen erhebliche Chancen- und Wachstumspotenziale – sowohl für sich persönlich, als auch für ihre Arbeitgeber. Fakt ist: Um in der digitalen Welt erfolgreich agieren zu können, müssen Unternehmen dafür sorgen, dass ihre Mitarbeiter und Führungskräfte über die erforderlichen digitalen Kompetenzen

sowie ein digitales Mindset verfügen. Die Belegschaften müssen den persönlichen Transformationsprozess sowie den ihres Unternehmens gestalten *können* und *wollen*. Gerade weil die digitale Revolution ihren Höhepunkt noch nicht erreicht hat und die Wirtschaft noch stärker als bislang von disruptiven Innovationen geprägt sein wird, müssen Belegschaften für die anstehenden Veränderungen resilient, d.h. widerstandsfähig gemacht werden, um im Idealfall gestärkt aus Veränderungsprozessen hervorgehen zu können. Resilienz besteht dabei aus zwei Bestandteilen.



Abb. E-1: Bestandteile von Resilienz für disruptive Zeiten

- Psychische Resilienz bedeutet, dass Mitarbeiter und Führungskräfte mental in der Lage sind, mit persönlichen Veränderungen und neuen Anforderungen umgehen zu können. Voraussetzung dafür sind Offenheit und die Bereitschaft, sich auf neue Aufgaben und neue Arbeitsumgebungen einzustellen.
- Qualifikatorische Resilienz bezieht sich auf die Kompetenzen. Die Belegschaft muss fähig sein, sich schnell in neue Aufgabengebiete einzuarbeiten zu können.

Die Bedeutung für Unternehmen, in die Resilienz ihrer Mitarbeiter und Führungskräfte zu investieren, wird weiter steigen: Weltweit sind Unternehmen dabei, auf Basis neuer Schlüsseltechnologien wie künstlicher Intelligenz, Blockchain oder 3-D-Druck die Welle von bahnbrechenden Innovationen auf eine nächste Ebene zu heben. Je resilienter eine Belegschaft ist, desto sanfter wird der Übergangsprozess ablaufen. Es

lohnt sich also, sich dezidiert damit zu befassen, was Resilienz im digitalen Zeitalter für Belegschaften konkret bedeutet und wie sie hervorgerufen werden kann. Welche Kompetenzen werden benötigt? Welche Rolle spielt lebenslanges Lernen für die Entstehung von Resilienz? Welche Art von Führung fördert Resilienz? Welche speziellen Kompetenzen zeichnen erfolgreiche „Digital Leaders“ aus? Diese Fragen werden in den nachfolgenden Kapiteln beantwortet.

1. Gerade Deutschland muss in Resilienz investieren

Deutschland muss sich international als anpassungsfähiger Innovationsführer behaupten, denn die Kostenführerschaft haben andere Länder inne. Die wertvollste Ressource, die Deutschland als viertgrößte Volkswirtschaft der Welt und deutsche Unternehmen im globalen Wettbewerb zu bieten haben, sind die Denkfabriken in den Köpfen der Menschen, die hier arbeiten. Diese Denkfabriken müssen agil und flexibel sein und ausgestattet werden durch ein funktionierendes Bildungs- und betriebliches Weiterbildungssystem, das für die Gegenwart und die Zukunft ausbildet. Eine besondere Herausforderung besteht mehr und mehr darin, Menschen dafür vorzubereiten, auch mit den „Unknown unknowns“ umgehen zu können, also mit bislang unbekannt neuen Anforderungen, die in immer schnelleren Zyklen auf uns zukommen werden. Hier muss weitsichtig gedacht werden, denn jeder Kompetenzerwerb erfordert Zeit. Bei vielen Unternehmen – insbesondere in hochdynamischen Branchen wie der Logistik – geht es um weit mehr als um die Veränderungen von Geschäftsprozessen, es geht um die Neuausrichtung ihrer Geschäftsmodelle. Denn die Macht im globalen Wettbewerb wird zunehmend bei jenen Unternehmen liegen, die Daten, Software und Algorithmen beherrschen. Es ist kein Zufall, dass die wertvollsten Unternehmen der Welt – gemessen am Börsenwert – US-amerikanische Tech-Konzerne sind, die in genau jenen Bereichen international die Nase vorn haben: Auf den vorderen fünf Plätzen liegen Apple, der Google-Mutterkonzern Alphabet, Amazon, Microsoft und Facebook, gefolgt vom chinesischen Tech-Giganten Tencent, während deutsche und europäische Unternehmen recht weit abgeschlagen sind. Deutsche Unternehmen brauchen daher Mitarbeiter und Führungskräfte, die in den zukunftssträchtigen Bereichen hervorragend ausgebildet und fähig sind, immer schneller werdende Innovationszyklen und Technologiesprünge zu beherrschen. Es werden verstärkt Belegschaften erforderlich sein, die den Transformationsprozess im Unternehmen mitgestalten können und wollen, weil sie ein hohes Maß an qualifikatorischer und psychischer Resilienz mitbringen. Doch Resilienz ist kein Selbstläufer. Sie muss aktiv gefördert werden. Dies Basis hierfür stellt lebenslanges Lernen dar.

2. Lebenslanges Lernen ist Voraussetzung für Resilienz

„Lebenslanges Lernen“ ist zwar derzeit in aller Munde, wird aber oft nicht ausreichend differenziert verstanden. Lebenslanges Lernen ist keine Frage des Alters, sondern eine Frage der Haltung. Je besser ein Mitarbeiter das Lernen „erlernt“ hat, desto besser kann er mit Veränderungen umgehen und Schritt halten. Wenn ein Unternehmen wirkungsvoll den Prozess des lebenslangen Lernens in der Belegschaft fördern möchte, muss dies auf drei Ebenen geschehen was entsprechend von Unternehmensleitung und Personalentwicklungsfunktion zu berücksichtigen ist:

- **Lernkompetenz:** Erstens müssen Mitarbeiter und Führungskräfte dabei unterstützt werden, effektiv und effizient zu lernen, d.h. es muss vermittelt werden, auf Basis welcher Lerntechniken und welcher -quellen ein Mitarbeiter individuell am besten lernen kann. Die wenigsten Mitarbeiter haben während ihrer Ausbildung systematisch gelernt, zu lernen. Hier bieten sich die Bestimmung des individuellen Lerntyps mit daraus abgeleiteten Lerntechniken an. Ein Trend, der sich bei den Lernquellen derzeit stark durchsetzt, sind diverse digitale „Micro-Learning“-Formate, die beispielsweise über Portale wie Udacity, edx oder Singularity University angeboten werden. Diese Formate haben den Vorteil, dass sehr individuell auf die Wissensbedarfe einzelner Mitarbeiter eingegangen werden kann. So kann etwa ein Mitarbeiter einen dreimonatigen Online-Kurs in Design Thinking belegen und sich die Zeit zum Belegen des Kurses frei einteilen.
- **Ressourcen:** Zweitens müssen Mitarbeitern und Führungskräften ausreichend Zeit und Ressourcen zum Lernen zur Verfügung gestellt werden. Laut einer Bitcom Studie aus dem Jahr 2017 sehen sich die meisten Berufstätigen nicht optimal für die digitale Arbeitswelt gewappnet. Der Mehrheit fehlt es für Weiterbildungen an Zeit und Angeboten, um im Job mit den Anforderungen der Digitalisierung Schritt halten zu können. 72 Prozent der abhängig Beschäftigten beklagen, dass während der Arbeit keine Zeit für eine Weiterbildung zum Umgang mit neuen, digitalen Technologien bleibt. Hier wird deutlich, wie groß der Handlungsbedarf aktuell ist und wo angesetzt werden muss.
- **Integration in Tagesgeschäft und Personalentwicklung:** Drittens muss berücksichtigt werden, dass Lernen am effektivsten „on the job“ während der Arbeit stattfindet und gezielt in das Tagesgeschäft integriert wird. Voraussetzung dafür ist, dass die Mitarbeiter mit stetig neuen Lernherausforderungen bei der Arbeit konfrontiert werden. Wissenschaftliche Studien konnten nachweisen, dass der Zustand der leichten Überforderung für die Förderung von Lernkompetenz am geeignetsten ist. Man spricht von einem gezielten „Stretching“ der bisherigen persönlichen Leistungsfähigkeit durch neue, jedoch bewältigbare Anforderungen, die an die Mitarbeiter fortlaufend herangetragen werden. Was ist genau unter „Stretching“ zu verstehen? Mitarbeiter bewegen sich in diesem Zustand außer-

halb ihrer gewohnten Komfortzone und müssen sich anstrengen, ihre Aufgaben erledigen zu können. Gleichzeitig sind sie jedoch nicht so stark überfordert, dass sie handlungsunfähig werden. Viele Unternehmen fördern durch ihre Personalentwicklungspolitik regelmäßige Wechsel von Mitarbeitern und Führungskräften in neue Aufgabenbereiche. Genau dadurch wird eine solche Form des leichten Stretchings erreicht. Damit wird nicht nur das individuelle Kompetenzset erweitert, sondern auch das Selbstbewusstsein der Mitarbeiter gesteigert, stetig neue Anforderungen erlernen zu können. Sowohl das tatsächliche Lernen als auch das Selbstbewusstsein, sich schnell auf neue Anforderungen einstellen zu können, sind wesentliche Bestandteile zur Förderung von Resilienz.

Während lebenslanges Lernen die Basis von Resilienz darstellt, muss darauf aufbauend in den Erwerb jener Kompetenzen investiert werden, die Belegschaften benötigen, um ihren Arbeitsmarktwert und ihre Beschäftigungsfähigkeit zu erhalten. Damit ist die qualifikatorische Resilienz angesprochen. Je vorausschauender erfolgskritische Kompetenzen ermittelt werden können, desto mehr Zeit verbleibt, um sich jene Kompetenzen anzueignen.

3. „Future hot Skills“ und Metakompetenzen erhöhen die qualifikatorische Resilienz

Die digitale Transformation zieht deutliche Kompetenzveränderungen in allen Branchen und Funktionen nach sich, die weit über rein technisches Know-How und IT-Skills hinausgehen. In einer Studie, die von der Technischen Hochschule Nürnberg 2017 durchgeführt worden ist, gaben 93 Prozent der befragten Unternehmensexperten an, dass sie den Einfluss der Veränderung durch die digitale Transformation für ihre Organisation als hoch bzw. sehr hoch einschätzen.¹ Entsprechend gravierend fallen die Veränderungen der Kompetenzanforderungen aus, die an gegenwärtige und zukünftige Mitarbeiter sowie Führungskräfte gestellt werden. 85 Prozent der befragten Experten schätzen die Veränderungen auf die Kompetenzanforderungen an Mitarbeiter und Führungskräfte als hoch, bzw. sehr hoch ein. Dies hat einen entsprechend hohen Handlungsbedarf für die Personalentwicklung, Weiterbildung und Rekrutierung zur Konsequenz. Neue Jobs entstehen, bislang existierende Jobs verändern sich oder fallen dauerhaft weg. Dabei werden bei Weitem nicht nur einfache physische Routinearbeiten verschwinden oder sich sehr stark verändern. Vielmehr führen lernende Roboter, zunehmende Automatisierung und künstliche Intelligenz dazu, dass zunehmend auch anspruchsvolle, geistige Tätigkeiten massiven Veränderungen ausgesetzt sein werden. Studien deuten darauf hin, dass bis zum Jahr 2030 in den USA 47 Prozent, in Deutschland sogar 59 Prozent aller gegenwärtigen Arbeitsplätze gefährdet sein können.² Dies führt dazu, dass es – sollten

¹ Vgl. Weiß (2017)

² Vgl. Frey/Osborne (2013)

Individuen und Unternehmen sich nicht entsprechend vorbereiten – in größerer Zahl „digitale Flüchtlinge“ geben wird. Damit sind Menschen gemeint, die von ihrem bisherigen Arbeitsplatz vertrieben werden, weil sich neue Technologien rasant durchsetzen und sie ihre berufliche Heimat verlieren. Der israelische Historiker Yuval Noah Harari spricht von „wirtschaftlich überflüssigen Menschen“, die eben nicht über die erforderliche Resilienz verfügen. Sie verlieren nicht nur ihre Arbeit, sondern sind nicht mehr kompatibel mit den Anforderungen der digitalen Wirtschaft. Fakt ist, dass digitale Kompetenzen der Rohstoff für die Entwicklung und erfolgreiche Umsetzung digitaler Strategien sind. Wer wird also zu den Gewinnern und Verlierern des Wandels gehören? Welche Kompetenzen gewinnen, welche verlieren an Bedeutung? Hierzu kann zur Ableitung klarer Handlungsempfehlungen die nachfolgende Matrix herangezogen werden, die im Forschungsprojekt der Technischen Hochschule Nürnberg entwickelt worden ist und Kompetenzen entlang zweier Dimensionen einordnet:³ Nach ihrer zukünftigen Bedeutung in einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt sowie nach ihrer Knappheit am Arbeitsmarkt. Durch diese integrative Betrachtung können Chancenpotenziale sowie Risiken frühzeitig transparent gemacht und Gewinner- und Verliererbereiche aufgezeigt werden.⁴ Wenn Unternehmen und Individuen dieses Prüfraster für sich heranziehen, kann frühzeitig analysiert werden, ob und in welchen Bereichen Handlungsbedarf besteht, so dass entsprechende Maßnahmen mit zeitlichem Vorlauf ergriffen werden können.

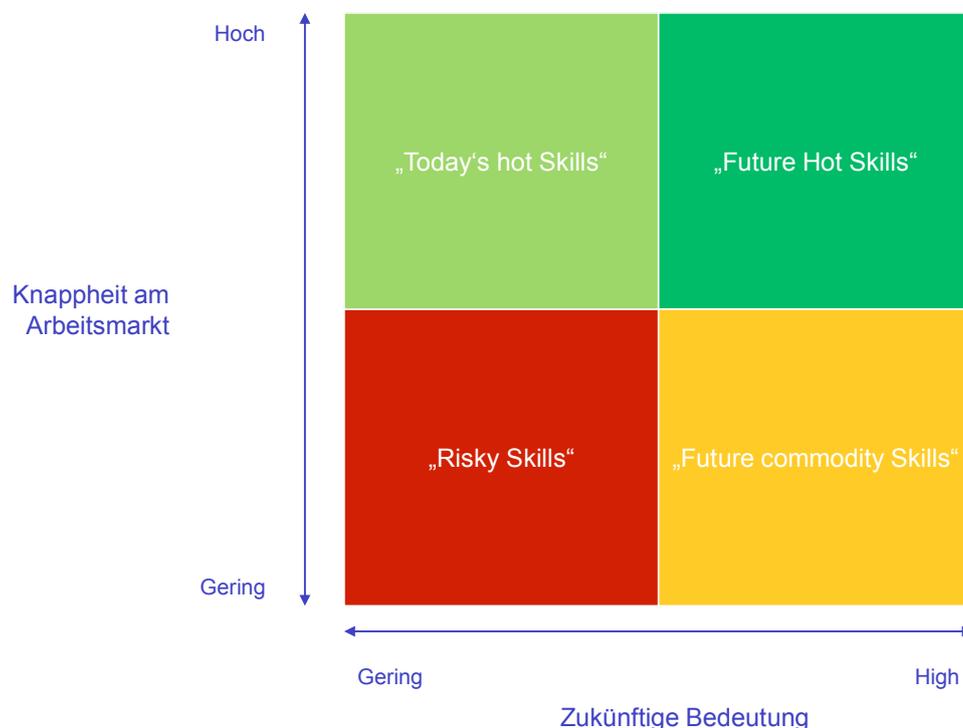


Abb. 3-1: Strategische Kompetenzanalyse

³ Zu den nachfolgenden Ausführungen vgl. Weiß (2017)

⁴ Vgl. Weiß (2017)

1. **„Future Hot Skills“**: Zu den klaren Gewinnern der digitalen Transformation mit einem hohen Maß an fachlicher Resilienz werden Menschen zählen, die über so genannte „Future Hot Skills“ verfügen. Damit sind fachliche, methodische und soziale Kompetenzen gemeint, die in der digitalen Wirtschaft zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen werden, jedoch bislang nur knapp am Arbeitsmarkt verfügbar sind. Hierzu zählen insbesondere analytische und fachliche Kompetenzen zur Analyse von Big Data, Kompetenzen in der Gestaltung von Mensch-Maschine-Interaktion, Kompetenzen im Bereich von künstlicher Intelligenz und IT-Security. Aber auch methodische und soziale Kompetenzen wie Fähigkeiten zur interdisziplinären Zusammenarbeit und Diversity Management sowie Kreativitäts- und Innovationskompetenz stellen wichtige „Future Hot Skills“ dar.
2. **„Risky skills“**: Zu den klaren Verlierern hingegen werden auf allen Qualifikationsebenen und in allen Fachdisziplinen Menschen zählen, deren Kompetenzen in Arbeitsgebieten eingesetzt werden, die zukünftig effizienter oder effektiver durch digitale und automatisierte Prozesse, künstliche Intelligenz oder lernende Roboter ausgeübt werden können. Derartige Kompetenzen werden nach und nach weniger nachgefragt oder teilweise bis vollständig substituieret werden, so dass von so genannten „Risky skills“ gesprochen werden muss. Hierzu zählen grundsätzlich alle Kompetenzen im Bereich repetitiver Aufgaben nach Standardvorgaben (z. B. Buchhaltung, Sekretariatsaufgaben, Sachbearbeitung, Dateneingabe) sowie Kompetenzen, die bei nicht-strategischen, nicht-kreativen und nicht-emotionalen Aufgabengebieten eingesetzt werden (z. B. Schreiben einfacher Informations- und Nachrichtentexte, Recherchearbeiten, Erstellen von Standardschreiben und -verträgen).
3. **„Future commodity skills“**: Zu aufmerksamen Beobachtern des Arbeitsmarkts der Zukunft und seinen quantitativen und qualitativen Veränderungen sollten auch zukünftig all diejenigen werden, deren Kompetenzen zwar in Zukunft grundsätzlich nachgefragt werden, jedoch ein Überangebot am Arbeitsmarkt gesehen wird. Damit sind so genannte „Future commodity skills“ gemeint. Als Beispiel hierfür sind allgemeine betriebswirtschaftliche, funktionsbezogene Kompetenzen wie bspw. Kenntnisse in „Personalmanagement“ oder „Controlling“ zu nennen, die sich nicht durch eine besondere Spezialisierung im Bereich der „Future Hot Skills“ auszeichnen oder durch die nachfolgend dargestellten Metakompetenzen ergänzt werden.
4. **„Today's hot skills“**: Zurücklehnen dürfen sich darüber hinaus auch diejenigen nicht, die zwar über gegenwärtig nachgefragte Kompetenzen verfügen, die als „Today's hot skills“ bezeichnet werden können, die jedoch potenziell in Zukunft technologisch ersetzt und damit an Bedeutung verlieren werden. Als Beispiel kann umfangreiches juristisches Wissen über Präzedenzfälle genannt werden, das in Zukunft zunehmend durch juristische Software ersetzt wird, die auf umfangreiche Datenbanken und lernende Algorithmen zurückgreift.

Wie können sich folglich Individuen sowie Unternehmen proaktiv auf diese Veränderungen einstellen? Welche konkreten Metakompetenzen ermöglichen ein breites Einsatzspektrum der Mitarbeiter, selbst dann, wenn ihre bisherigen Aufgabengebiete wegfallen sollten? Grundsätzlich lassen sich diese Fragen nicht für jeden Einzelfall beantworten, da dies stark vom jeweiligen Aufgabenspektrum abhängt. Jedoch zeichnen sich folgende übergreifende Trends ab:

- **Grundsätzliche Technologieaffinität:** Je technisch versierter und technologieaffiner ein Mitarbeiter ist, desto breiter ist seine Einsetzbarkeit oder Eignung, sich in neue Aufgaben einzuarbeiten zu können. Dies gilt grundsätzlich für alle Berufsgruppen und Branchen, auch für diejenigen, die nicht vordergründig einen starken Technologiebezug haben.
- **Grundverständnis IT:** Ein solides Grundverständnis von IT als Querschnittsqualifizierung wird künftig für jeden qualifizierten Job zur Grundausstattung gehören. Dabei muss im Sinne einer differenzierten Betrachtung berücksichtigt werden, dass digitale „User-Kompetenzen“, über die insbesondere die jüngeren Generationen als „Digital Natives“ verfügen, nicht bedeutungsgleich sind mit digitalen „Gestaltungskompetenzen“. Letztere sind erforderlich, um eigenständig digitale Geschäftsprozesse und -modelle weiterentwickeln, neuzugestalten oder disruptive Ideen und Visionen hervorbringen und umsetzen zu können. Das bedeutet also, dass altersgruppenübergreifend eine zielgerichtete Ausbildung zum Erwerb eines Grundverständnisses von IT im Sinne von „Gestaltungskompetenzen“ investiert werden sollte. Hier sind betriebliche Qualifizierungsmaßnahmen sehr gefragt.
- **Anpassungsfähigkeit:** Eine hohe Adaptabilität, Lernbereitschaft und Offenheit für Veränderungen werden in Zukunft einen noch höheren Stellenwert als bislang besitzen. Lebenslanges Lernen – wie es zuvor beschrieben worden ist – wird zu einer übergreifenden Basiskompetenz, die als „Enabler“ für den Erwerb anderer Kompetenzen erforderlich ist.
- **Fähigkeit zu übergreifendem, interdisziplinärem Arbeiten:** Zudem wird verstärkt sektoren-, branchen- und unternehmensübergreifendes Arbeiten für übergreifende Kooperationen erforderlich. Hierfür sind insbesondere Sozial- und Methodenkompetenzen wie etwa die Fähigkeit zur Arbeit in diversen Teams, Kommunikationsstärke und auch interkulturelle Kompetenzen in noch höherem Ausmaß als bislang gefragt. Lebensläufe, die dies unterstreichen, werden am Arbeitsmarkt der Zukunft noch attraktiver. Auch wird interdisziplinäres und funktionsübergreifendes Arbeiten immer wichtiger und sollte während Ausbildung und Studium sowie in der alltäglichen Zusammenarbeit in Unternehmen gefördert werden.
- **Menschliche Kompetenzen:** Sozial- und Methodenkompetenzen, die uns nachhaltig von Robotern, Maschinen und künstlicher Intelligenz unterscheiden, gewinnen an Bedeutung, um den persönlichen Marktwert menschlicher Arbeitskräfte

aufrecht zu erhalten. Hierzu zählen insbesondere Empathie, der zielgerichtete Umgang mit Emotionen, Kreativität, Innovationsfähigkeit, die Fähigkeit zum Umgang mit Komplexität und Ambiguität sowie strategisches und unternehmerisches Denken und Handeln.

- **Selbstmanagement und -reflexion:** Selbstmanagement im Sinne von Selbstreflexion und Eigenverantwortung sowie strategisches Karrieremanagement werden ebenfalls noch stärker als bislang an Bedeutung gewinnen. Die Eigenverantwortung für die eigene Arbeitsmarktfähigkeit sowie die vorausschauende Aneignung von nachgefragten Kompetenzen werden erfolgsentscheidend für den persönlichen Werdegang sein. Individuen sollten daher zu „Unternehmern an der eigenen Humanressource“ werden und den „Wert“ und damit Hebel zum „Werterhalt- und -steigerung“ ihrer Kompetenzen im Blickfeld haben. In Summe muss der Qualifikationserwerb im Rahmen einer „geteilten Verantwortung“ zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer erfolgen, d.h. beide Seiten müssen jeweils bereit sein, Investitionen zu tätigen.

Um die komplexen Anforderungen in einer hochdynamischen Welt meistern zu können, brauchen wir Menschen mit ausgeprägten Fachkompetenzen in ihren jeweiligen Fachgebieten, die gleichzeitig aber auch in der Breite über die oben beschriebenen Metakompetenzen verfügen. Noch stärker als bislang ist ein so genanntes „T-Shaped Modell“ der Qualifizierung gefragt, das sicherstellt, dass Arbeitskräfte sowohl in der Tiefe als auch ausreichend in Form von Metakompetenzen in der Breite qualifiziert sind. Gerade die Breite fördert die Resilienz der Beschäftigten. Das Prinzip des T-Shaped-Modells ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

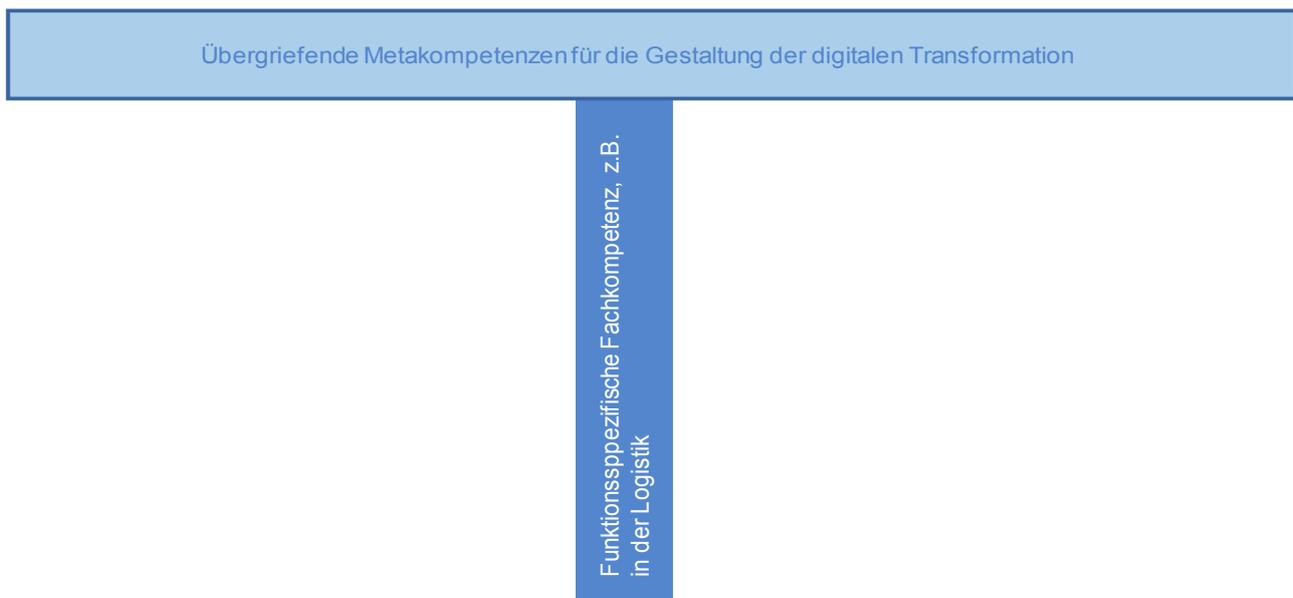


Abb. 3-2: „T-Shaped Modell“ der Qualifizierung

Die dargestellten Trends, welche Kompetenzen zukünftig noch weiter an Bedeutung gewinnen werden, gelten grundsätzlich für alle Mitarbeitergruppen, d.h. für Mitarbeiter und Führungskräfte. Welche besonderen Anforderungen kommen zusätzlich auf Führungskräfte im digitalen Zeitalter zu, um einerseits selber erfolgreich agieren zu können und andererseits die Resilienz ihrer Mitarbeiter zu fördern? Wie verändert sich die Führungsrolle?

4. Veränderte Führungsanforderungen: Was zeichnet erfolgreiche Digital Leaders aus?

Die Anforderungen, was gute Führung auszeichnet, verändern sich im digitalen Zeitalter. Folglich muss auch die Rolle von Führungskräften neu definiert werden. Digital Leadership, also erfolgreiche Führung im digitalen Zeitalter, zeichnet sich dadurch aus, dass Führungskräfte die fundamentalen Veränderungen und Chancen der digitalen Transformation verstehen und berücksichtigen. Führungskräfte müssen sowohl als Treiber, als auch als „Enabler“ der digitalen Transformation agieren. Führungskräfte agieren dabei in einem „VUCA“-Umfeld, das die digitale Welt nach sich zieht. VUCA ist eine Zusammensetzung aus den Begriffen **V**olatilität, **U**nsicherheit, **K**omplexität und **A**mbiguität. Führungskräfte sind im digitalen Zeitalter daher mehr denn je auf die kollektiven Kompetenzen und Ideen einer zunehmend diversen Belegschaft angewiesen. Denn Entscheidungen, die Führungskräfte in einem VUCA-Umfeld fällen müssen, sind so vielschichtig, dass eine einzelne Person nicht mehr über ausreichend Wissen und Erfahrung in allen relevanten Entscheidungsdimensionen verfügen kann, um die richtigen Schlüsse zu ziehen. Führung wird damit immer mehr zur kooperativen Aufgabe, bei der neben einem technologischen Grundverständnis auch klassische Sozialkompetenzen noch stärker an Bedeutung gewinnen werden. In der Studie der Technischen Hochschule Nürnberg⁵ gaben 62 Prozent der befragten Experten an, dass sich ihr Unternehmen bzw. ihre Organisation bereits dezidiert mit dem Thema befasst hat, z. B. in Form von gezielten Trainings oder anderen Personalentwicklungsmaßnahmen wie speziellen Trainings und Coachings für ihre Führungskräfte. Es ist also im Bewusstsein der Mehrheit der Unternehmen angekommen, dass Führungskräfte auf ihre neue Rolle als „Digital Leaders“ vorbereitet werden müssen. Allerdings gaben eine Reihe von Experten an, dass in ihren jeweiligen Organisationen das Thema bislang eher noch in den Kinderschuhen steckt und weitere Anstrengungen erforderlich sind. Weit verbreitete Einigkeit bestand unter den befragten Experten, dass auch bei Führungskräften ein übergreifendes technologisches Grundverständnis als Fachkompetenz an Bedeutung gewinnen wird. Dies sei die Voraussetzung dafür, die technologischen Entwicklungen durchdringen, ihre Potenziale einschätzen und die Ideen von Technologieexperten nachvollziehen und bewerten zu können. Bezogen auf die wichtigsten Kompetenzen für Digital Leaders sehen die befrag-

⁵ Vgl. Weiß (2017)

ten Experten insbesondere ausgeprägte Change-Management- und Kommunikationskompetenz sowie Empathie als besonders wichtig an. Damit werden scheinbar „weiche“ Kompetenzen zur harten Währung in Zeiten disruptiver Veränderungen. Allerdings sind nicht nur die richtigen Kompetenzen, sondern auch entsprechendes *Verhalten* der Führungskräfte gefragt. Daher hat die Studie der Technischen Hochschule Nürnberg auch erhoben, welches Führungsverhalten im digitalen Zeitalter besonders empfehlenswert ist. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

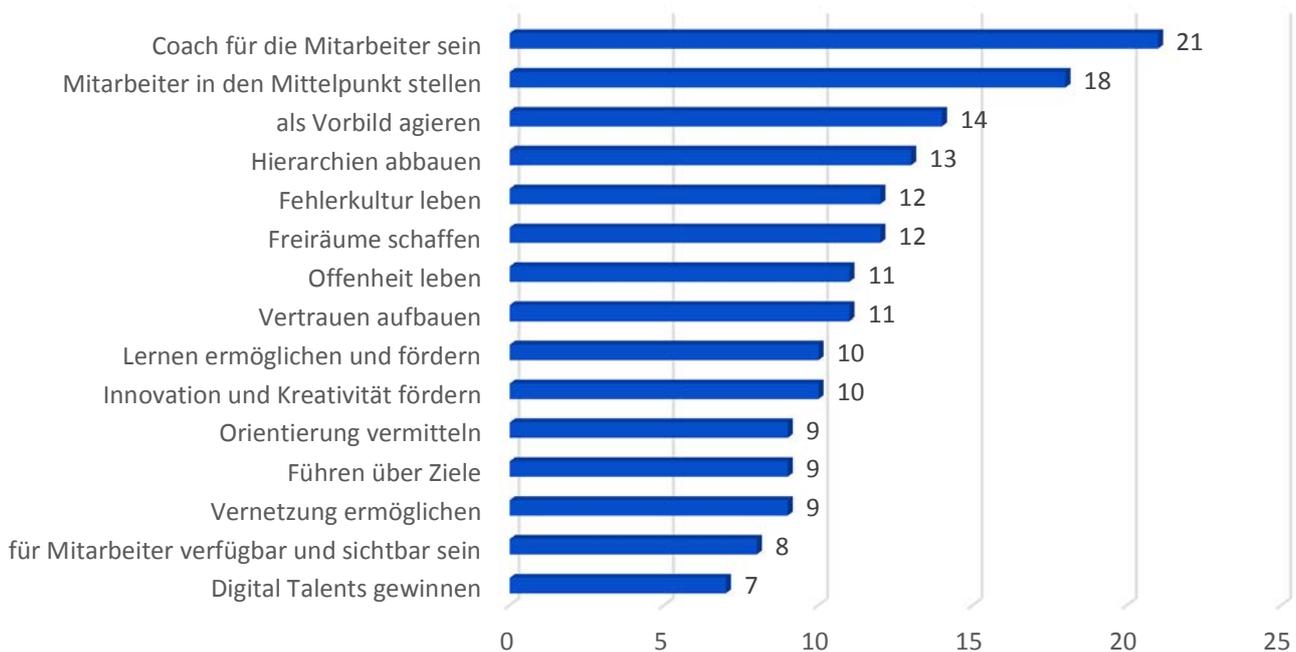


Abbildung 4.1: Empfehlenswertes Führungsverhalten für Digital Leaders (gemessen an Anzahl der Nennungen)

Hierbei fällt auf, dass der individuelle Mitarbeiter ins Zentrum des Führungsverhaltens rückt, mit dem Ziel, individuelle Potenziale und das Wissen der einzelnen Mitarbeiter nutzbar zu machen. Insgesamt konnten drei zentrale übergeordnete Anforderungsbereiche an Digital Leaders identifiziert werden:

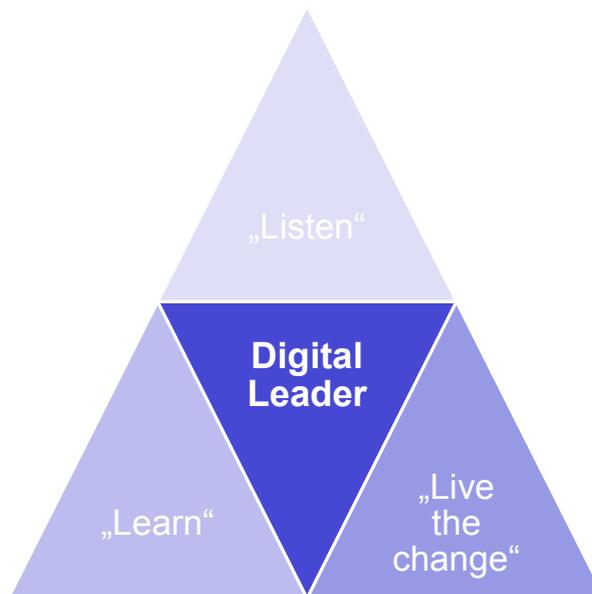


Abbildung 4.2: Zentrale Anforderungen an einen Digital Leader

- **„Listen“**: Die Fähigkeit, zuzuhören, ist für Digital Leader essentiell. Hierfür ist insbesondere Offenheit von den Führungskräften gefragt. Dies hat zwei wesentliche Gründe: Es geht darum, das kollektive Wissen der Belegschaft nutzbar zu machen und zugleich die Motivation der Mitarbeiter zu fördern. Insbesondere Digital Talents möchten – unabhängig vom Hierarchiegrad – das Gefühl haben, dass sie den Unterschied machen können und nicht nur ein kleines Rädchen in einem großen Räderwerk sind.
- **„Learn“**: Durch die zunehmende Veränderungsgeschwindigkeit und -intensität sind Führungskräfte in dreifacher Hinsicht gefordert: Zum einen müssen sie selber ihre Kompetenzen aktuell halten und sich kontinuierlich weiterentwickeln. Zum anderen müssen sie für ihre Mitarbeiter entsprechende Möglichkeiten zum Kompetenzerwerb schaffen. Drittens ist es zentrale Aufgabe der Führungskräfte, angesichts sinkender Planbarkeit eine adaptive, offene und lernbegierige Unternehmenskultur zu schaffen, in der auch Fehler möglich sind, aus denen dann konstruktive Lernerfahrungen abgeleitet werden sollten.
- **„Live the change“**: Mehr denn je sind Führungskräfte gefragt, als glaubwürdige Vorbilder der digitalen Transformation voran zu schreiten. Sie müssen den „will to move“ vorleben. Symbolik reicht hierbei nicht aus. Führungskräfte müssen in ihrem täglichen Handeln spürbar machen, dass sie sowohl als „Treiber“ und als „Enabler“ von Veränderungen fungieren und selbst dabei mit gutem Beispiel und einem hohen Maß an Selbstreflexion vorangehen. „Live the change“ umfasst dabei insbesondere auch das aktive Gestalten einer Unternehmenskultur, die zur erfolgreichen Bewältigung der digitalen Transformation besonders geeignet ist.

Hierzu zählt, eine Kultur des offenen, schnellen Informationsflusses zu schaffen, Informationsbarrieren und -silos abzubauen und nahbar für Anregungen und Veränderungsideen von Mitarbeitern aller Hierarchiestufen zu sein.

5. Fazit

In Zeiten disruptiver Veränderungen, die in immer schnelleren Innovationszyklen auf die Belegschaften zukommen, ist es so wichtig wie nie, in den Kompetenzerwerb der Mitarbeiter zu investieren und die richtige Form von Führung zu wählen, die alle Betroffenen bei dem Wandel mitnimmt. Ein Schlüssel zur erfolgreichen Gestaltung von Veränderungsprozessen liegt in der gezielten Förderung von Resilienz. Diese schafft für Arbeitgeber einen klaren Wettbewerbsvorteil. Denn Unternehmen, die auf die Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit ihrer Belegschaft zählen können, dürften schneller erforderliche Veränderungen umsetzen können. In Zeiten, in der Geschwindigkeit von so essentieller Bedeutung ist, ist dies ein nicht zu unterschätzendes Ass im Ärmel im internationalen Wettbewerb.

6. Über die Autorin

Prof. Dr. Yasmin Weiß ist Professorin für Personal und Organisation an der Technischen Hochschule Nürnberg sowie Aufsichtsrätin und Beirätin in verschiedenen deutschen Unternehmen. Sie hat über 10 Jahre für die Unternehmen Accenture, E.ON und BMW auf verschiedenen Positionen gearbeitet. 2013 wurde sie von Bundeskanzlerin Angela Merkel in den Innovationssteuerkreis der Bundesregierung berufen worden.

Kontakt: yasminmei-yeeweiss@th-nuernberg.de

7. Literaturverzeichnis

Frey, C.B., Osborne, M.A. (2013), *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, Oxford 2013

Y. Weiß (2017), *Erfolgskritische Kompetenzen im digitalen Zeitalter: Was sind die „Future Hot Skills“?*, Sonderdruck der Technischen Hochschule Nürnberg. Nr. 67, online abrufbar unter: https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/abteilungen/kom/kom_docs/Sonderdrucke/67_Wei%C3%9F.pdf, Nürnberg 2017

Y. Weiß, J. Wagner (2016): *Die Zukunft der Arbeitswelt: Arbeiten 4.0*. In: W. Jochmann, I. Böckenholt, S. Diestel (Hrsg.): *HR-Exzellenz. Innovative Ansätze in Leadership und Transformation*. Wiesbaden 2016

E3

**Engpässe in der
Transportlogistik**

Was sichert den Erfolg der Transportlogistik von morgen?

Ein Markt im Umbruch

1. Steigende Faktorkosten und knappe Kapazitäten
2. Digitalisierung der Lieferketten
3. Innovationen durch moderne IT und Transporttechnologien
4. Konsolidierung und neue Geschäftsmodelle
5. E-Commerce

Autorenprofil

Über 4flow

Was sichert den Erfolg der Transportlogistik von morgen?

Kai Althoff, COO, 4flow AG

Ein Markt im Umbruch

Der weltweite Transportmarkt hat ein Volumen von mehr als 2 Billionen Euro jährlich.

Lange haben wir Logistiker dafür gekämpft, dass Logistik als mehr verstanden wird als nur Transport. Wer die Frage nach der erfolgreichen Zukunft der Transportlogistik beantworten möchte, wird nicht daran vorbeikommen, den Transport als Teil eines Ganzen zu verstehen. Der Transport muss also als Bestandteil einer oft langen Logistikkette gesehen werden und jene als Bestandteil von Logistiknetzwerken, um die Bedürfnisse der Kunden möglichst perfekt zu bedienen. Dabei messen wir den Transport anhand seiner Effizienz und Effektivität in den Dimensionen Kosten, Service und Qualität.

Aktuell ist der Transportmarkt selbst in einem sehr großen Umbruch. Dieser Umbruch hat große Relevanz für Versender, Transporteure und Logistikdienstleister. Die großen Trends finden weltweit statt. Betroffen davon sind alle Transportmodi Luft, See, Land und Bahn. Im Wesentlichen sind dies folgende Entwicklungen:

1. Steigende Faktorkosten und knappe Kapazitäten
2. Digitalisierung der Lieferketten
3. Innovationen durch moderne IT und neue Transporttechnologien (inkl. autonomes Fahren)
4. Konsolidierung und neue Geschäftsmodelle
5. E-Commerce

Die regionalen (kontinentalen) Transportmärkte weisen stark unterschiedliche Strukturen und Reifegrade auf. Dies führt zu unterschiedlichen Dynamiken und Schwerpunkten in der Entwicklung der Transportlogistik.

Der europäische Markt für Landtransporte hat ein Volumen von ca. 400 Mrd. Euro. Für lange Zeit war dieser ein Käufermarkt mit teilweise von Faktorkosten entkoppelten Preisentwicklungen. Die spezifische Situation und eine Herleitung der zukünftigen Entwicklung sehen aus unserer Sicht wie folgt aus:

1. Steigende Faktorkosten und knappe Kapazitäten

Der Fahrer- und Fachkräftemangel haben sich verschärft. Es ist aktuell nicht abzusehen, dass sich diese Situation ändern wird. Aufgrund der Osterweiterung Europas haben wir in den letzten 15 Jahren Sonderentwicklungen gehabt, die den Mangel zum Teil verdeckt haben. Die Gehälter für Fahrer sind in vielen Gebieten Osteuropas in den letzten zwei bis drei Jahren um 30-50% gestiegen. Zudem wird erwartet, dass in Deutschland in den kommenden 10 Jahren mehr als 25% aller Berufskraftfahrer in den Ruhestand gehen. Das Berufsbild des LKW Fahrers birgt Herausforderungen.

Die Umweltstandards und gesellschaftlichen Anforderungen werden genauso wie die Energiepreise langfristig steigen. Ebenso werden sowohl die gesellschaftlichen Anforderungen als auch die Umweltstandards und Energiepreise langfristig steigen.

Das autonome Fahren könnte sehr langfristig zur Lösung dieses Problems beitragen. Bis dahin wird es neue Kooperationen zwischen Industrie und Dienstleistung sowie eine Weiterentwicklung des Berufsbildes brauchen. Sinkende Transportraten scheinen nicht in Sicht zu sein.

2. Digitalisierung der Lieferketten

Steigende Serviceanforderungen, Kostendruck und der Amazon-Effekt führen zu einem starken Bestreben zur Digitalisierung der Lieferketten seitens Versendern und Kunden. Im E-Commerce Umfeld ist dies ein Standard, aber auch bei klassischen Handels- und Industrieunternehmen nehmen die Bemühungen stark zu. Hierbei ist der Transport eine wesentliche Komponente. Gerade im Bereich von FTL-, LTL- und Gebietsspeditions-transporten fehlen heute die Durchdringung und die akzeptierten Standards. Der Bereich hängt deutlich hinterher.

In den nächsten Jahren werden diese Herausforderungen bewältigt werden. Dazu tragen im ersten Schritt neue Connecttechnologien, Plattformen und Branchenlösungen bei. Im zweiten Schritt werden sich Standards durchsetzen, die es ermöglichen, digitale Lieferketten flexibel zusammenzusetzen.

Mit dieser Entwicklung wird (endlich) eine signifikante Verbesserung der Datenqualität einhergehen müssen. Unternehmen, die diesen Weg nicht mitgehen, werden an Wettbewerbsfähigkeit verlieren.

3. Innovationen durch moderne IT und Transporttechnologien

Transportmittel, Ladehilfsmittel und Methoden des Transportmanagements sind einem Feuerwerk von neuen Technologien ausgesetzt. Künstliche Intelligenz, machine learning, Blockchain, Sensortechnik, IoT, 5G, iTMS, elektrische Antriebe und nicht zuletzt Technologien zum autonomen Fahren sind nur einige Beispiele. Zumindest für den ein-

fachen Straßentransport werden diese Technologien signifikante Veränderungen bedeuten. Wie sieht eigentlich die Spedition der Zukunft aus?

Diese Veränderungen werden in den jeweiligen Regionen mit sehr unterschiedlichen Tempi verlaufen. Einige dieser Konzepte werden wohl zuerst in China/APA oder Nordamerika erprobt. Aber gerade bei allen Themen, die nah an Industrie 4.0 und der digitalen Supply Chain sind, vermuten wir in Europa eine schnelle Entwicklung.

4. Konsolidierung und neue Geschäftsmodelle

Der Konsolidierungstrend ist für Unternehmen aus dem europäischen Landverkehrssektor ungebrochen, wobei der Markt weiterhin sehr fragmentiert ist. Mehr Bewegung kommt durch neue Geschäftsmodelle in den europäischen Markt. Drei wesentliche sind die Digitale Spedition, eine neue Generation von Frachtenplattformen und moderne 4PL (intern wie extern). Durch die neuen Geschäftsmodelle werden in einigen Marktsegmenten neue Operating Models für die Lieferketten möglich. Rollen verändern sich und werden neu zugeschnitten.

In einigen Bereichen werden mittel- bis langfristig heute erfolgreiche Dienstleistungsmodelle obsolet.

Eine weitere große Unbekannte mit dem Potential den Markt auch als Anbieter zu verändern sind die großen E-Commerce Anbieter. Allen voran drängt Amazon in den Markt für Logistik- und Transportleistungen und wird Trends und Rahmenbedingungen maßgeblich mitbestimmen.

5. E-Commerce

Der europäische B2C E-Commerce Markt wächst mit signifikant über 10% pro Jahr wesentlich schneller als der traditionelle Markt. Dieser Trend scheint auch in den nächsten Jahren Bestand zu haben. Dies gibt vor allem den KEP Anbietern Rückenwind. Die Sendungsstrukturen in der Feinverteilung sind sehr klein.

In diesem Segment, das erheblich standardisierter ist als die anderen Segmente des Marktes für Landtransporte, werden auch zukünftig neue Konzepte entstehen. Diese werden weitere Impulse auch für die anderen Segmente erzeugen. Hier können wir uns also zusätzlich orientieren, um uns erfolgreich auf die Zukunft einzustellen.

Darüber hinaus sind übergreifende Schlussfolgerungen für die Zukunft naheliegend.

Der Bedarf, auch den Transport als signifikanten Bestandteil der Lieferketten aktiv zu managen, steigt bei den Versendern merklich an. Dies bedeutet, dass Aufgaben, die heute zum Teil bei Logistikdienstleistern liegen, in Zukunft durch den Versender durchgeführt werden. Alternativ bietet dieser Bedarf die Möglichkeit zur aktiven Vermarktung von Zusatzleistungen oder von komplett neuen Modellen seitens Dritter.

Insgesamt halten wir es für wahrscheinlich, dass in Zukunft vertikale Kooperationen und langfristige Partnerschaften zunehmen werden. Die Teilnehmer in der Lieferkette werden sich mehr und mehr als symbiotische Ökosysteme verstehen müssen. Dies wird auch IT und Plattformanbieter beinhalten. Dies scheint für einen abnehmenden Umfang von kurzfristigen Beschaffungen auf dem Transportmarkt zu sprechen. Beschaffungsplattformen werden weitere Mehrwertdienste anbieten müssen, um Erfolg zu haben.

Durch diese Veränderungen werden sich mannigfaltig neue Chancen für alle Teilnehmer am Transportlogistikmarkt ergeben. Diese werden auch zu einer deutlichen Aufwertung des Themas Transport führen. 4flow macht schon heute bei seinen Kunden mehr Transportlogistikthemen auf CXO Level denn je. Nutzen Sie die neuen Möglichkeiten auch selbst.

Autorenprofil

Kai Althoff ist einer der Gründer und COO der 4flow AG. In dieser Funktion trägt er die weltweite Verantwortung für das operative Geschäft des Unternehmens. Kai Althoff hat 4flow zu einem mehrfach ausgezeichneten Partner für alle Themen rund um die Optimierung der Supply Chains entwickelt. 4flow unterstützt global agierende Unternehmen aus verschiedensten Branchen in den Bereichen Logistik und Supply Chain Management von der Strategie bis zur Umsetzung. Dabei bietet 4flow seinen Kunden innovative Lösungen und umfassende Logistikexpertise an. Der studierte Dipl.-Ing. ist seit über 20 Jahren in der Logistik tätig.

Über 4flow

4flow bietet Logistikberatung, Logistiksoftware und Logistikmanagement. 4flow consulting bietet Managementberatung, Konzeption und Umsetzungsunterstützung für Logistik und Supply Chain Management aus einer Hand. 4flow vista® ist die Standardsoftware zur Logistikplanung und -optimierung. 4flow management übernimmt als neutraler 4PL die kontinuierliche Planung, Optimierung und Steuerung von Logistiknetzwerken. 4flow research entwickelt anwendbare Innovationen und erstellt marktrelevante Logistikstudien. Weitere Informationen finden Sie unter www.4flow.com.

E4

**Neues aus den
Logistik-Think-Tanks**

**Ende des Hockey-Stick-Glaubens?!
Mergers & Acquisitions in der deutschen
Logistikindustrie – Studie 2018**

15 Jahre M&A Historie in der deutschen „Logistikindustrie“

M&A auf hohem Niveau – aber organisatorisch kaum verankert

**Zugang zu neuen Kundengruppen, IT-Know-how und Synergien als
M&A-Hauptmotive**

Unternehmen trauen sich immer mehr an größere Targets heran

Weitere Verschiebung des Branchenfokus weg von Automotive

**Sehr unterschiedliche Attraktivität der Services festzustellen –
für klassische Logistikfelder ebenso wie für Logistik-Start-ups**

Unterschiedliche Preisideen, fehlende Daten im Vorfeld, Ressourcen-
knappheit sowie mangelnder kultureller Fit in der Integrationsphase
als wesentliche Misserfolgstreiber

Ende des Hockey-Stick-Glaubens!

Ende des Hockey-Stick-Glaubens?!

Mergers & Acquisitions in der deutschen Logistikindustrie – Studie 2018

Dr. Klaus-Peter Jung, Partner, Miebach Consulting GmbH

15 Jahre M&A Historie in der deutschen „Logistikindustrie“

Mitte der 2000er Jahre war M&A in der Logistik in aller Munde. Große Übernahmen internationaler Konzerne wie Schenker/BAX, DHL/Exel oder KN/ACR erzeugten mediale Aufmerksamkeit und Neugierde auf dieses geheimnisvolle, etwas fremde und doch anziehende Themenfeld in der Logistik. Zusätzlich entdeckten Finanzinvestoren die Logistik als potentiell Investitionsfeld und zeigten durch die Übernahmen von CEVA oder trans-o-flex, dass die Logistik aus dem Schattendasein des M&A Marktes herausgetreten schien. Doch setzte im Jahr 2009 die weltweite Krise ein und damit ebenso ein starkes Abflauen der M&A-Aktivitäten, von denen sich der Markt in der Logistik lange nicht erholt hat. Erst 2013/2014 verspürte man ein Anziehen der Marktaktivitäten, und dies nicht nur auf Seiten strategischer Investoren, sondern auch wieder von Seiten der Private Equities. Diese rund 15 Jahre M&A Historie in der deutschen „Logistikindustrie“ begleitet Miebach Consulting mit seinem Medienpartner, der DVZ, mit der 2018 erschienenen mittlerweile 4. Auflage der Studienreihe „Mergers & Acquisitions in der deutschen Logistikindustrie“, aus der ausgewählte Ergebnisse nachfolgend dargestellt werden.

M&A auf hohem Niveau – aber organisatorisch kaum verankert

Logistikdienstleister konstatieren dem M&A-Markt eine weitere leichte Steigerung der Attraktivität gegenüber 2015 ein, während der europäische und weltweite Markt (auf hohem Niveau) etwas stagnieren. Auffällig ist aber auch, dass die Dienstleister einerseits M&A-Aktivitäten eine hohe Bedeutung zusprechen, andererseits jedoch kaum einer der antwortenden Dienstleister organisatorische Maßnahmen ergriffen hat, sich mit diesem Thema institutionalisiert auseinander zu setzen. Während über 50% der Teilnehmer die zukünftige Berücksichtigung von M&A in der Strategiedefinition als wichtig oder sehr wichtig einschätzen, antworten weniger als 15% der Teilnehmer, dass M&A-Aktivitäten in der Organisation verankert seien, bspw. durch eine M&A Stabsstelle. In 1/3 der teilnehmenden Logistikdienstleister ist M&A zwar in der Unternehmensstrategie eingebettet, aber nicht institutionalisiert und 39% antworten, M&A erfolgt opportunitätsgetrieben durch GF/Vorstand. Ganze 9% verfügen nach eigenen Angaben über ausreichend Ressourcen für M&A. Es muss festgestellt werden, dass M&A bei vielen Lo-

gistikdienstleistern noch immer ein „Zufallsprodukt“ darstellt und nicht als strategisches Instrument genutzt wird. Nur bei wenigen (ganz) großen Logistikdienstleistern gibt es ein wirklich professionell institutionalisiertes M&A-Management.

Schaut man sich näher an, welche Regionen Logistikdienstleister als besonders attraktiv einschätzen, so kann man feststellen, dass APAC seit 2008 kontinuierlich an Attraktivität verliert (ehemals Platz 1, jetzt auf dem vierten Platz!), während Ost- und Westeuropa derzeit als besonders attraktive Zielregionen gelten. Ebenfalls aufgeholt hat Nordamerika, während Südamerika abgeschlagen auf dem letzten Platz landet.

Zugang zu neuen Kundengruppen, IT-Know-how und Synergien als M&A-Hauptmotive

Vergleicht man die Bedeutung verschiedener Oberkriterien, so rangiert der Erwerb von Know-how auf Platz 1 – noch vor der Erzielung von Synergien und der Ausweitung des Absatzes. Betrachtet man die Entwicklung der Rangfolge innerhalb verschiedener Know-how-Dimensionen über die letzten 10 Jahre, so zeigt sich eine deutliche Bedeutungszunahme der IT: 2008 noch auf dem 3. Rang, 2015 auf dem 2. Rang und aktuell auf Platz 1, während Management-Know-how tendenziell über die Zeit verliert und der Erwerb von Marken insgesamt am geringsten eingeschätzt wird.

Insgesamt schenken die aktuellen Studienteilnehmer, wie diejenigen im Jahr 2015, den Synergien aus Transportflotten-Auslastung und gemeinsamer Nutzung der Infrastruktur die höchste Bedeutung, während die potenziellen Steuervorteile noch immer das Schlusslicht bilden. Hinsichtlich des Kriteriums „Absatzausweitung“ dominiert ganz klar der Zugang zu neuen (Ziel-)Kunden. Dies lässt sich nicht nur an der historischen Rangfolge ablesen, sondern auch an der absoluten Bewertung des Kriteriums. Kein einzelnes Einzelkriterium erreicht in keiner der Detailfragen eine solch hohe Bedeutungszumessung wie der Zugang zu neuen (Ziel-)Kunden.

Unternehmen trauen sich immer mehr an größere Targets heran

In der Studie 2015 trauten sich mehr als 20% der Teilnehmer auch die Übernahme größerer Unternehmen zu, lediglich 33% der Befragten waren der Meinung, dass der Umsatz des Targets kleiner sein sollte als der eigene, 44% gaben an, dass die Mitarbeiterzahl kleiner sein sollte als die eigene. Im Jahr 2008 hingegen bevorzugten noch mehr als 60% der Befragten Targets, die kleiner sind als sie selbst, weniger als 10% trauten sich auch Übernahmen größerer Unternehmen zu. Dieser Trend hält weiter an. 2018 antworteten 30% der Befragten, dass der Umsatz des Targets kleiner, 36%, dass

die Mitarbeiterzahl kleiner sein sollte als der/die jeweils eigene. Unternehmen trauen sich also offensichtlich immer mehr an größere Targets heran!

Aber nicht nur die Größe spielt eine Rolle. Der Wert eines Dienstleistungsunternehmens bemisst sich vor allen Dingen an der Qualität der Mitarbeiter, und hier insbesondere an der Qualität des Managements. Dies bestätigten die Teilnehmer bereits in der Studie 2008. Sowohl die Qualität des Managements als auch deren Zusage über den Verbleib nach der Übernahme wurde als essenziell eingestuft. Und zwar unabhängig davon, ob es sich um die erste, zweite oder dritte Ebene handelte. Diese Ergebnisse fand seine Bestätigung auch in der 2015er-Studie. Sowohl die Qualität des Managements als auch deren Zusage über den Verbleib wurden als wichtig erachtet – wobei der Verbleib der zweiten und dritten Ebene als wichtiger eingeschätzt wurde als der der ersten Ebene. Die Ergebnisse der Studie 2018 unterstreichen diese Aussage noch einmal – die Qualität der zweiten und dritten Ebene sowie deren Verbleib werden aktuell sogar wichtiger eingeschätzt als die Qualität und der Verbleib der ersten Ebene!

Weitere Verschiebung des Branchenfokus weg von Automotive

Rutschte Automotive bereits in der 2015er Studie gegenüber der Studie von 2008 von Rang 1 auf Rang 3 ab, so setzt sich dieser Abwärtstrend weiter fort: Automotive landet in der aktuellen Studie nur noch auf dem 5. Rang. Eine ähnlich negative Entwicklung ist auch für die Branchen After Sales Services und Media zu konstatieren (letztere landete bei der ersten Befragung 2005/2006 ehemals auf Platz 1, jetzt auf dem letzten Platz). Die größten Gewinner in der aktuellen Studie sind ganz klar die Dienstleister mit einem Fokus auf diskrete Fertiger, gefolgt von Unternehmen mit Schwerpunkten in FMCG und Food/Beverages, während sich Pharma/Chemie ebenfalls in der Spitzengruppe behaupten konnte.

Der fortgesetzte Verlust der Automotive-Branche an Attraktivität aus Sicht der Dienstleister ist einfach nachvollziehbar – zumindest für all jene Dienstleister, die sich dort insbesondere um Geschäfte mit OEMs bemühen: hohes Klumpenrisiko aufgrund der Vertragsgrößen, teilweise deutliche Anlaufverluste, schwierige Einkaufsverhandlungen, erhebliche Management-Attention notwendig bei geringer Marge. Diese bereits seit Jahren schwierige Situation wird aktuell noch durch die mangelnde Verfügbarkeit von Mitarbeitern verstärkt. Zwar trifft die mangelnde Verfügbarkeit von operativen Mitarbeitern generell alle Branchen, Automotive-Projekte sind aber oftmals deutlich größer und zudem in wirtschaftlich prosperierenden Regionen, wo es umso schwerer fällt, Mitarbeiter für Logistik-tätigkeiten zu gewinnen.

Schwieriger zu erklären ist die Bewertung der After Sales Attraktivität. Diese nahm zwischen der ersten Studie 2005/2006 und 2015 konstant zu, After Sales verbesserte sich

von Rang 5 (2005/2006) über Rang 4 (2008) auf Rang 2 (2015), um in der Befragung 2018 auf Rang 7 abzustürzen. Zwar gab es in den beiden letzten Jahren einige große Ersatzteilausschreibungen im OEM-Bereich, die nicht bei allen Dienstleistern für uneingeschränkte Freude sorgten, ein derartiger Absturz kann dadurch aber kaum erklärt werden.

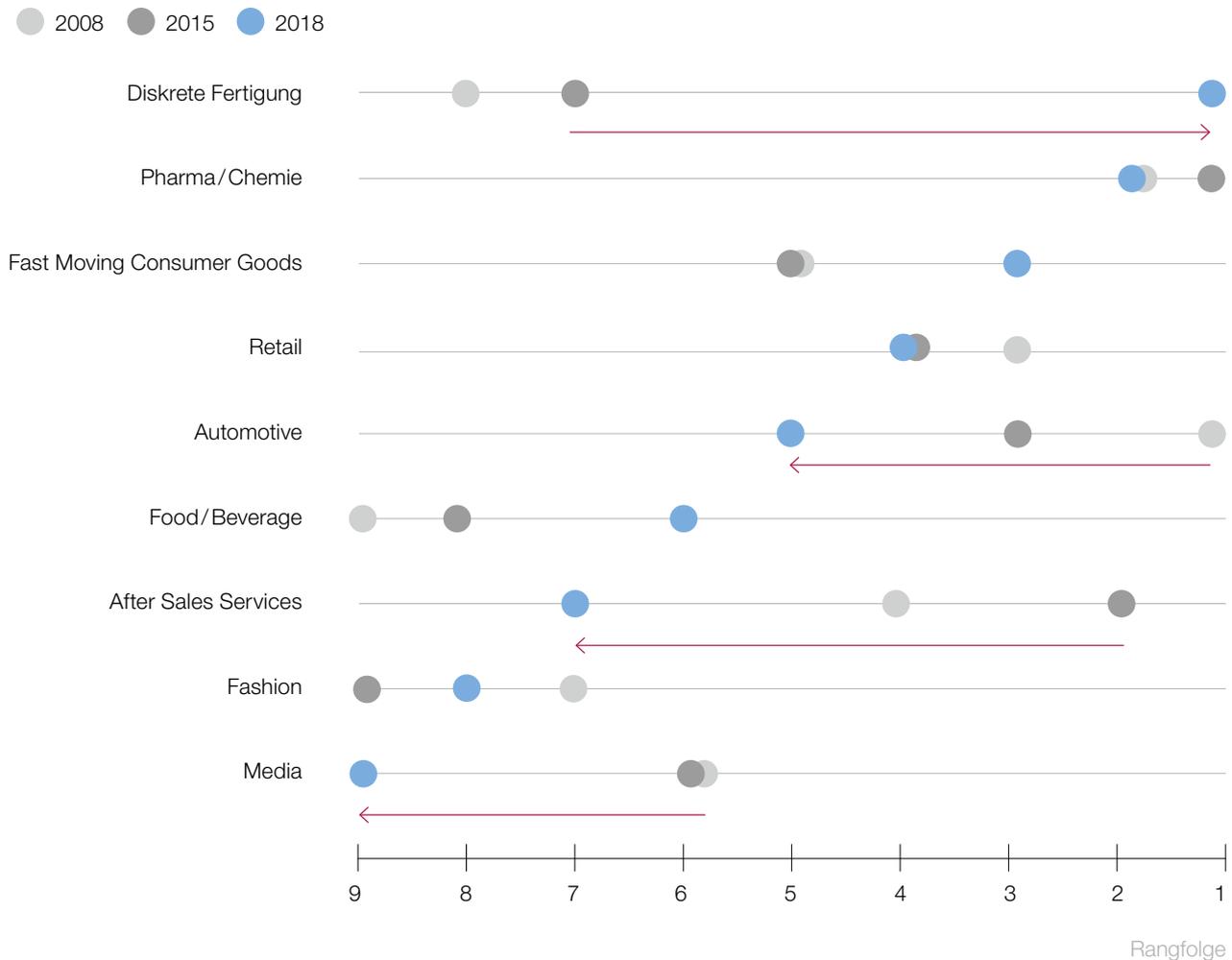
Die negative Entwicklung der Attraktivitätseinschätzung von Media ist ein stückweit nachvollziehbarer: 2005/2006 noch auf Rang 1, zwischenzeitlich auf 6 und aktuell auf dem letzten Platz. Alle klassischen Medien wie Tonträger (MC, LP, CD), Bildträger (DVD, Video) oder Bücher (ohne E-Book) zeigen seit Jahren rückläufige Absatzzahlen. So hat sich beispielsweise der Umsatz mit Print-Büchern in Deutschland laut Statista von 2011 bis 2018 von 9,3 Mrd. € auf 7,5 Mrd. € mit einem CAGR von -3,0% reduziert, der Absatz [Stück] mit CDs weltweit nach Angaben von IFPI Recording Industry von fast 2,44 Mrd. im Jahr 2000 auf 569 Mio. im Jahr 2015 abgenommen (CAGR: -9,2%). Insofern ist eher die hervorragende Positionierung auf Platz 1 im Rahmen der ersten Befragung 2005/2006 schwieriger zu verstehen als der kontinuierliche Attraktivitätsverlust über die Jahre.

Das Pharma ein aus Sicht der Dienstleister attraktives Segment darstellen können wir auch durch unsere Projekterfahrungen bestätigen – regelmäßig erhalten wir Anfragen zu möglichen Targets in diesem Umfeld. Zunehmende Tendenzen zum Outsourcing auch von deutschen Herstellern, gepaart mit erhöhten Markteintrittsbarrieren etwa durch europäische Regelungen (GXP) und gesetzliche Auflagen (Vorhalten pharmazeutischen Personals, Zulassungen, etc.) sowie deutlich höheren Margen im Vergleich zu anderen Industrien, führen dazu, dass dieser Markt gerade durch M&A erschlossen werden kann. Zudem weist der Pharma-Markt das typische Henne-Ei-Problem auf: ohne entsprechende Referenzen ist die Chance sehr gering, einen entsprechenden Auftrag zu erhalten und in den Markt einzusteigen und ohne Auftrag keine Referenz. Richtig ist aber auch, dass es sehr schwierig ist, gute Logistikdienstleister mit Pharmaschwerpunkt zu kaufen – das Angebot ist sehr begrenzt. Dienstleister im Automotive-Geschäft hingegen gibt es viele.

Die leichte Zunahme der Attraktivität von FMCG bzw. Food/Beverages mag daran liegen, dass diese Branchen zwar einerseits als relativ wettbewerbsintensiv und wenig margenstark gelten (Ausnahme Cold Chain), auf der anderen Seite aber auch wenig konjunkturabhängig und daher mit geringeren Risiken verbunden sind. Fashion ist und bleibt unattraktiv.

Diejenigen Investoren, die diese Frage beantwortet haben, zeigen ein ganz ähnliches Antwortverhalten: auch unter diesen Unternehmen werden Targets mit Schwerpunkten bei diskreten Fertigung und im Bereich Pharma/Chemie bevorzugt, während Automotive nur auf Rang 8 und Media auf Rang 9 landen.

Welche Branchen schätzen Sie als besonders attraktiv ein?



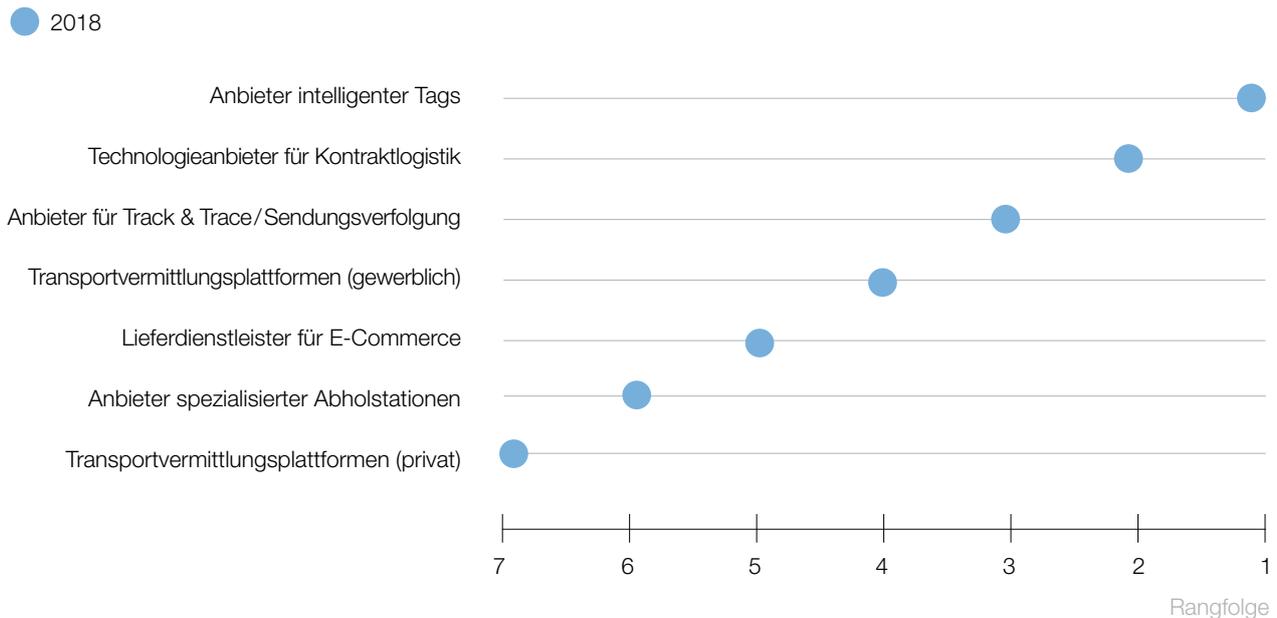
Sehr unterschiedliche Attraktivität der Services festzustellen – für klassische Logistikfelder ebenso wie für Logistik-Start-ups

Generell scheinen kontraktlogistikbezogene Services eine höhere Attraktivität zu genießen als transportbezogene Leistungen. Überraschenderweise haben aber Linien- und Stückgutverkehre deutlich an Attraktivität gewonnen, während Luftfracht und B2C/E-Commerce gegenüber 2015 an Attraktivität verloren haben (analog der rückläufigen Attraktivität von Fashion).

Rund 85% der teilnehmenden Logistikdienstleister kann sich auch eine Investition in ein Logistik-Start-up vorstellen, lediglich 15% sprachen sich grundsätzlich dagegen

aus. Auf die Frage, welcher Typ Logistik-Start-up die Teilnehmer für interessant erachten, gab es ein klares Votum für technologiebasierte Services und weniger für reine Dienstleistungsanbieter.

Welchen Typ Logistik-Start-up erachten Sie als besonders interessant?



Unterschiedliche Preisideen, fehlende Daten im Vorfeld, Ressourcenknappheit sowie mangelnder kultureller Fit in der Integrationsphase als wesentliche Misserfolgstreiber

Transaktionen scheitern bereits im Vorfeld vielfach nach Einschätzung der Teilnehmer an sehr unterschiedlichen Kaufpreisvorstellungen sowie teilweise auch an fehlender Belastbarkeit von Daten. Ist eine Transaktion vollzogen, scheitern diese in der Post Merger Phase laut Einschätzung der „Betroffenen“ zumeist an folgenden Aspekten: Ressourcenknappheit in der Integrationsphase/mangelnde Integrationsbemühungen; Fehlender kultureller Fit im Management/Unternehmen sowie Lack of business case – wishful thinking/unzureichendes Heben von Synergien. Daneben wurden vereinzelt aber auch Aspekte genannt wie „IT Systeme werden nicht oder zu spät angeglichen“, „Know-how Verlust durch Personalweggang“ oder „Mitarbeiter werden zu wenig eingebunden“ – allesamt Aspekte, denen durch ein professionelles Post Merger Management eigentlich begegnet werden sollte.

Ende des Hockey-Stick-Glaubens!

Hinsichtlich der Bedeutung verschiedener finanzieller Bewertungskriterien von Unternehmen zeigen sich ebenfalls interessante Veränderungen. Dominierten im Jahr 2008 noch die Prognose von Umsatz und Ergebnis das Finanzkennzahlenranking, so war 2015 eine deutlich ausgeglichene Bewertung zu konstatieren. Diese Entwicklung setzt sich auch in den Ergebnissen der Studie im Jahr 2018 weiter fort! Die Bedeutung der Ergebnisprognose zukünftiger Jahre fällt von ehemals Rang 1 (2008) über Rang 3 (2015) auf Rang aktuell auf Rang 4 zurück, während ein kontinuierlicher Bedeutungszuwachs bzgl. des Kapitalbedarfes für die zukünftige Unternehmensentwicklung festzustellen ist (2008: Rang 7; 2015: Rang 6; 2018: Rang 1). Zwar antworten die teilnehmenden Finanzinvestoren tendenziell etwas mehr auf die zukünftigen Werte orientiert, doch zeigen die Erfahrungen aus der Projektarbeit, dass die durch den Verkäufer dargelegten Geschäftsprognosen heute viel kritischer hinterfragt werden als noch vor 5 oder 10 Jahren und unsere Aufgabe als externer Berater im Rahmen einer Due Diligence gerade darin besteht, diese mit nachvollziehbaren Fakten zu substantivieren und vielfach auch zu relativieren. Damit ist das Ende des Glaubens an den Hockey-Stick besiegelt. Trotz billigen Geldes, gut gefüllten Kriegskassen auf Seiten der Logistikunternehmen und Investitionsdruck auf Seiten der Finanzinvestoren sind potentielle Käufer heute sehr viel vorsichtiger in Ihren Bewertungen von (etablierten) Unternehmen und verlassen sich lieber auf einen „Proven Track Record“ und weniger auf „strategische Planungen“.

F1

**Produktion und Fertigung
von morgen**

Automobilproduktionslogistik im Wandel

1. Ausgangslage

2. Ursachen für den Wandel

- 2.1. Problemstellungen in der Teilebereitstellung und Endmontage

3. Ziele

4. Lösungsansätze

- 4.1. ARENA2036
- 4.2. Komponenten für Automobilproduktion der Zukunft

5. Production2Go

- 5.1. Just-In-Realtime (JIR) Intralogistik
- 5.2. Steuerung
- 5.3. Ortung
- 5.4. Sicherheit
- 5.5. Bedienkonzepte

6. Zusammenfassung und Ausblick

Literaturverzeichnis

Automobilproduktionslogistik im Wandel

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl-Heinz Wehking, Institutsleiter, Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT), Universität Stuttgart

Matthias Hofmann, Akademischer Mitarbeiter, IFT, Universität Stuttgart

David Korte, Akademischer Mitarbeiter, IFT, Universität Stuttgart

Manuel Hagg, Akademischer Mitarbeiter, IFT, Universität Stuttgart

David Pfleger, Akademischer Mitarbeiter, IFT, Universität Stuttgart

1. Ausgangslage

Mit der Einführung des ersten Fließbandes vor rund 100 Jahren begann die rasante Entwicklung der industriellen Automobilproduktion.¹ Die Organisation der Produktion nach dem Fließprinzip ermöglicht die Herstellung von standardisierten Massenprodukten.² Jahre später griffen japanische Ingenieure die Prinzipien von Taylor und Ford auf und entwickelten diese durch Standardisierung, kontinuierliche Verbesserung und Beseitigung von Verschwendung weiter zum Toyota Produktionssystem.³ Die meisten Automobilhersteller verfügen inzwischen über individuelle Produktionssysteme, die auf den Elementen des Toyota Produktionssystems basieren und stetig an sich verändernde Umweltbedingungen sowie neue Markt- und Leistungsanforderungen angepasst werden.⁴ Die Automobilproduktion entwickelt sich, bedingt durch spezifische Kundenwünsche und steigenden Kostendruck, hin zu einer Produktion mit geringer Fertigungstiefe, die geprägt ist von kleinen Losgrößen.⁵

Wie Abbildung 1 zeigt, existieren neben der Organisationsform der Fließmontage auch andere Anordnungsmöglichkeiten, die sich hinsichtlich der Bewegung des Montageobjekts und der Mitarbeiter sowie der zeitlichen Verkettung des Materialflusses unterscheiden. Bei der ortsfesten Montageorganisation wird zwischen der Einzelplatz-, Gruppen- und Baustellenmontage unterschieden.⁶ Während bei der Einzelplatzmontage Objekte mit kleinem Volumen an einem stationären Arbeitsplatz montiert werden, bewegen sich bei der Baustellenmontage die Mitarbeiter und Betriebsmittel zum ortsfesten und oftmals großvolumigen Montageobjekt. Bei der Gruppenmontage bearbeiten mehrere Mitarbeiter gemeinsam die Objekte.

1 Vgl. Kugler 1987.

2 Vgl. Wildemann 2017.

3 Vgl. Becker 2006.

4 Vgl. Dombrowski et al. 2006.

5 Vgl. Nyhuis et al. 2012.

6 Vgl. Grundig 2009.

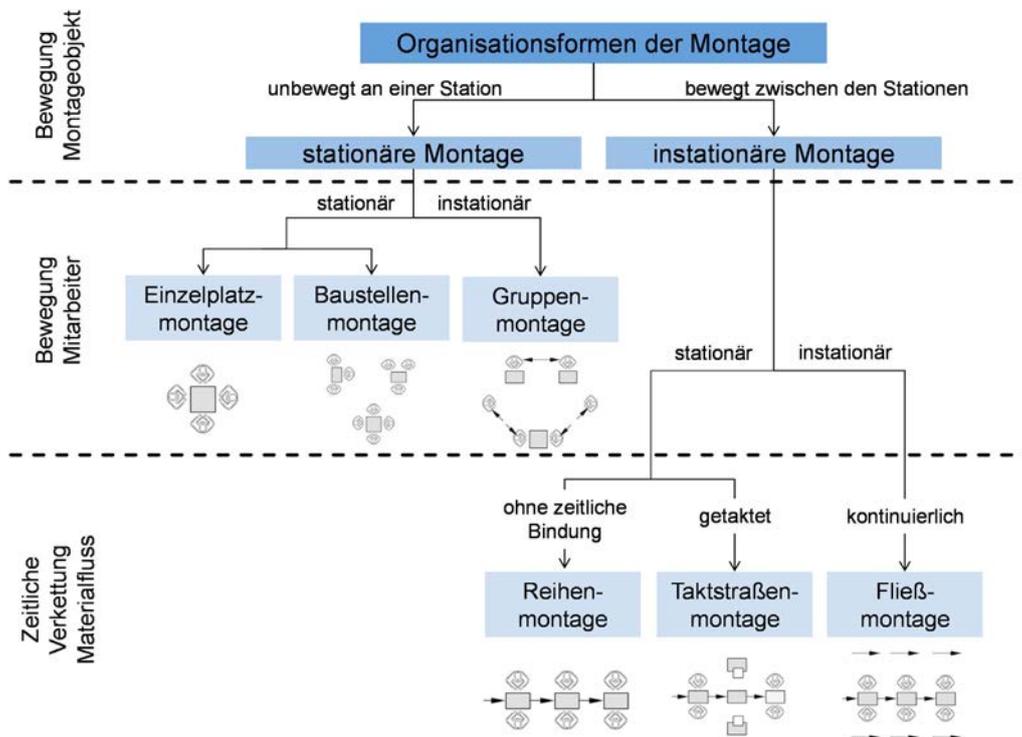


Abbildung 1: Organisationsformen der Montage⁷

Sind die Montageobjekte beweglich, kann der Montageprozess an verschiedenen Arbeitsstationen vollzogen werden, wobei aufgrund der zeitlichen Verkettung des Materialflusses zwischen der Reihen-, Taktstraßen- und Fließmontage differenziert wird. Bei der Reihenmontage sind die Montagestationen ortsfest angeordnet und die Montageobjekte bewegen sich ohne zeitliche Verkettung durch den Montageprozess, wobei einzelne Stationen bei Bedarf übersprungen werden können. Die Taktstraßenmontage basiert auf einer zeitlichen Verkettung von Materialfluss und Montagestationen ohne Zwischenpuffer. Dabei definiert der Takt den rhythmischen Wiedergabezeitpunkt des Objekts an die nächste Montagestation. Demzufolge ist die Taktzeit der zeitliche Abstand, in dem ein fertig montiertes Fahrzeug die Endmontage verlässt und orientiert sich somit stark an der Kundennachfrage.⁸ Die Taktgeschwindigkeit ist auch für angrenzende Bereiche wie etwa die Vormontagelinien oder die Materialbereitstellung bindend.⁹ Bei der Fließmontage wird, analog zur Taktstraßenmontage, das Montageobjekt taktgebunden und ohne Puffer von Station zu Station bewegt. Im Gegensatz zur Taktstraßenmontage befindet sich das Objekt bei der Fließmontage ununterbrochen in Bewegung (kontinuierliche Fließmontage) oder das Montageobjekt wird für die Zeitdauer der Montagetätigkeit von der Förderanlage entkoppelt und vom Materialfluss getrennt (stationäre Fließmontage).

⁷ Vgl. Pröpster 2015 oder Grundig 2009.

⁸ Vgl. Pröpster 2015.

⁹ Vgl. Herlyn 2012.

Werden verschiedene Varianten eines Montageobjektes bearbeitet, so wird von der Variantenfließmontage gesprochen.¹⁰ Die Organisationsform der Variantenfließmontage ist in der Automobilproduktion weitverbreitet. Neuere Konzepte wie etwa wandlungsfähige Montagekonzepte sind in Abbildung 1 nicht explizit aufgeführt. Diese Prinzipien sind jedoch für den bevorstehenden Wandel in der Automobilproduktion von hoher Bedeutung.

Die klassische Einteilung einer Automobilproduktionsstätte in die Gewerke Rohbau, Lackiererei und Endmontage nach dem Fließprinzip zeigt Abbildung 2. Der Endmontage kommt eine besondere Bedeutung zu, da hier ein Großteil der Wertschöpfung vollzogen wird.¹¹ Zumeist sind die Montagelinien auf die Herstellung einer Fahrzeugarchitektur und den dazugehörigen Derivaten ausgerichtet, wenn auch vereinzelt bereits mehrere Architekturen auf einer Linie gefertigt werden. Starre und verkettete Stetigförderer transportieren die zu montierenden Fahrzeuge durch die Montage, wobei in erster Linie Hänge- und Kettenförderer, Förderbänder oder Schubplattförmern eingesetzt werden.¹² Mitarbeiter führen die Montagetätigkeiten durch, bevor oder während das getaktete Band das Fahrzeug zur nächsten Station befördert. Diese konventionellen Aufbau- und Ablaufstrukturen der Automobilproduktion stehen vor großen Veränderungen, deren Ursachen nachfolgend erläutert werden.

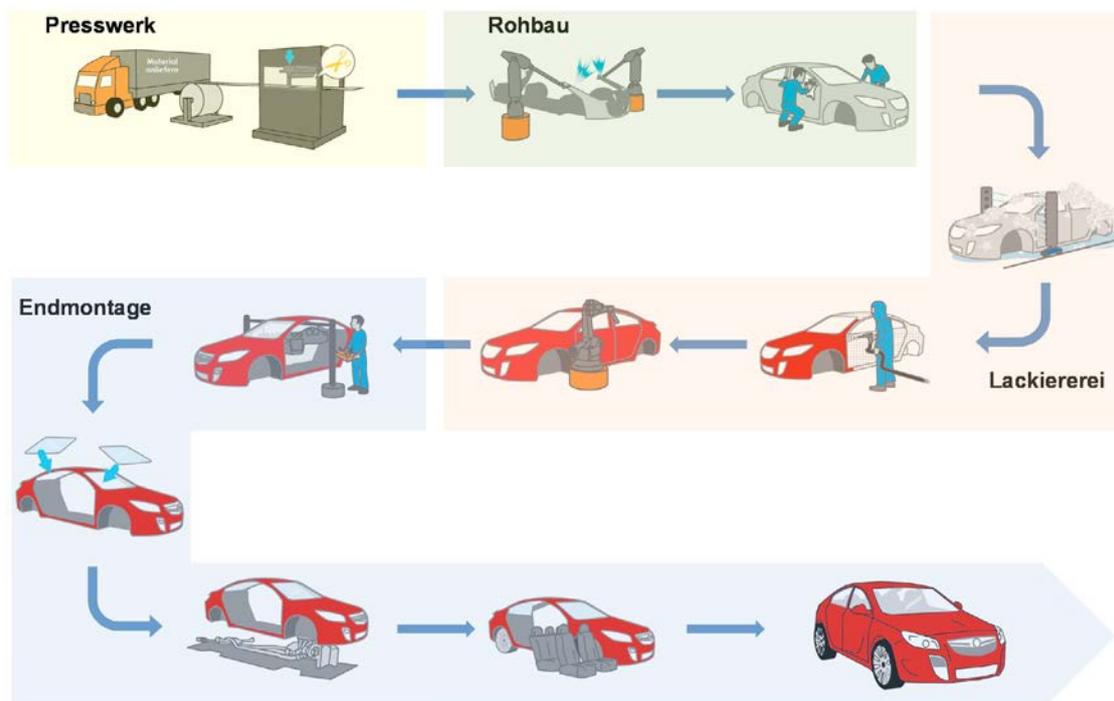


Abbildung 2: Gewerke in der Automobilindustrie¹³

10 Vgl. Pröpster 2015.

11 Vgl. Herlyn 2012.

12 Vgl. Werner 2008.

13 Vgl. Opel 2014.

2. Ursachen für den Wandel

Das Premiumsegment der Automobilbranche ist mittlerweile von kleinen Losgrößen geprägt. Der gesellschaftliche Stellenwert des Automobils, spezifische Einsatzzwecke und individuelle Ansprüche haben letztlich zu einer starken Ausdifferenzierung von Marktsegmenten geführt, die durch entsprechend breit gefächerte Produktportfolios der Automobilproduzenten bedient werden. Ein breites Angebot an Technikmerkmalen sowie Ausstattungs- und Individualisierungsoptionen führte dazu, dass vor allem in der Oberklasse Losgröße 1 bereits erreicht ist. Die sukzessive Abkehr von fossilen Brennstoffen bei den Antriebskonzepten wird mittelfristig dazu führen, dass die ohnehin bereits vorhandene Variantenvielfalt der Fahrzeughersteller noch weiter steigen wird. Die variantenreiche Serienfertigung stellt die Automobilindustrie vor zahlreiche Herausforderungen, da das Fließbandprinzip und die einschlägigen Logistikprozesse trotz Automatisierung im Kontext von Losgröße 1 nicht mehr effizient genug sind.

2.1. Problemstellungen in der Teilebereitstellung und Endmontage

Bindung an Just-In-Sequence (JIS):

Da die Lagerungskapazitäten an der Montagelinie begrenzt sind, können nicht alle erforderlichen Materialien am Band vorrätig gehalten werden. Um die Montagelinie effizient mit den erforderlichen Materialien zu versorgen, werden bedarfs- und verbrauchsorientierte Materialbereitstellungsverfahren eingesetzt. Die verbrauchsorientierte Materialbereitstellung basiert auf dem Pull-Prinzip, bei dem ein Materialverbrauch eine Bestellung auf der nachgelagerten Ebene auslöst. Wird also beispielsweise an der Montagelinie eine definierte Vorratsmenge unterschritten, wird eine Materialbestellung im Lager ausgelöst. Das Kanban-Prinzip ist ein bekannter Vertreter dieser dezentralen Materialbereitstellung. Erfolgt die Versorgung bedarfsorientiert, wird die Komponentenbereitstellung durch eine zentrale Planungsinstanz (z. B. Produktionssteuerung) basierend auf dem geplanten Produkt-Mix nach dem Push-Prinzip veranlasst. Dabei finden häufig die Bereitstellungsstrategien Just-In-Time (JIT) und JIS Anwendung. Charakteristisch für das JIT-Prinzip ist die Materialbereitstellung im Sinne der produktionslogistischen Ziele, also der Bereitstellung der richtigen Materialien in der erforderlichen Qualität und Quantität zur richtigen Zeit am richtigen Ort. Werden die Materialien zusätzlich in der richtigen Auftragsreihenfolge an die Montagelinie geliefert, wird von JIS gesprochen. Häufig werden Montagemodule und Baugruppen von Unternehmen (z. B. Logistikdienstleistern) außerhalb der Automobilproduktionsstätte vormontiert, sequenziert und direkt an die Montagelinie geliefert, woraus einige Vorteile resultieren. Zum einen wird in der Automobilproduktionsstätte die kapitalintensive Lagerung und Zeitüberbrückung vermieden, woraus geringere Logistikkosten resultieren. Zum anderen werden die Mitarbeiter aufgrund des bereits vorher sequenzierten Materials und der taktischen Anlieferung entlastet, sodass sie sich auf die wertschöpfenden und komplexen Montagetätigkeiten konzentrieren können, wodurch die Fehleranfälligkeit des Montageprozesses reduziert

wird. Allerdings führt die Reihenfolgebindung der JIS-Belieferung auch dazu, dass die kurzfristige Veränderung der Produktionsreihenfolge beispielsweise aufgrund von Qualitäts- oder Produktionsproblemen kaum möglich ist.

Abbildung unterschiedlicher Zeitbedarfe:

Die Zuordnung von Montage Tätigkeiten zu Arbeitsstationen erfolgt über die Austaktung. Abbildung 3 zeigt einen beispielhaften Montageprozess bestehend aus fünf Arbeitsstationen mit unterschiedlichen Montageumfängen.

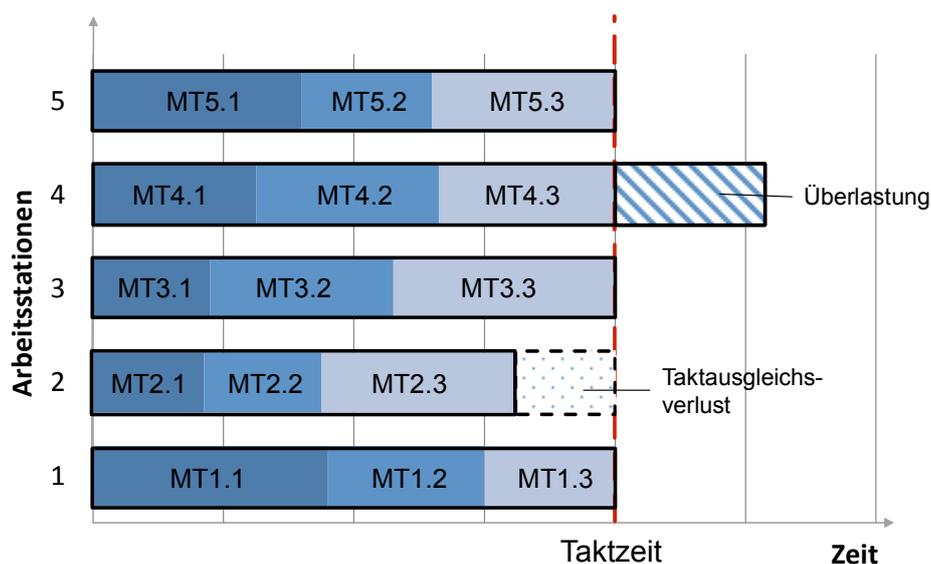


Abbildung 3: Austaktung der Montagestationen¹⁴

Ziel der Austaktung ist eine hohe Übereinstimmung zwischen der Arbeitszeit an jeder Station und der vorgegebenen Taktzeit. Die Differenz von Taktzeit und tatsächlicher Arbeitszeit der Station ergibt den Taktausgleichsverlust. Taktausgleichsverluste gilt es zu vermeiden, da bei deren Auftreten die oftmals personalintensiven Arbeitsstationen nicht voll ausgelastet sind.

Die große Spreizung von Arbeitsumfängen bereits innerhalb einer PKW-Baureihe verlangt aus produktionstechnischer Sicht individuelle, auf die konkrete PKW-Konfiguration angepasste Taktzeiten, was jedoch mit dem gegenwärtigen, streng getakteten Fließbandförderprinzip unvereinbar ist. Als Konsequenz wird über den sogenannten Modell-Mix ein zur Einhaltung der Taktung erforderlicher Mittelwert der Montagezeitbedarfe gewährleistet. Einen besonders hohen Komplexitätsgrad birgt daher die Eintaktung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Diese unterscheiden sich derart grundlegend von konventionell mit Verbrennungsmotor angetriebenen PKW, dass sich dies zwangsläufig auch

¹⁴ Vgl. Pröpster 2015.

in der Abfolge und den Umfängen der Montageprozesse niederschlägt. Die Einhaltung der Taktung kann nur erreicht werden, indem durch vorausgehende und nachfolgende Fahrzeugkonfigurationen mit niedrigerem Montagezeitbedarf der erforderliche Zeitvorsprung für die aufwendigen Hybrid- und Elektrovarianten aktiv generiert wird.

Mangelnde Layoutflexibilität der Fördertechnik:

Gegenwärtige Endmontagelinien sind überwiegend durch starre Fördertechnik wie z. B. Schubplattformen und Elektrohängebahnen geprägt und umfassen ca. 150 bis 200 Stationen. Dabei sind den Stationen spezifische Montage Tätigkeiten und Einbauten zugeordnet. Aufgrund dessen können in Verbindung mit einem breiten Spektrum an verfügbaren Technikmerkmalen innerhalb einer PKW-Baureihe durchaus Stationen existieren, an denen in Abhängigkeit des Modells, der Antriebsvariante und der vom Kunden bestellten Ausstattungen, nur geringfügige bis gar keine Arbeitsschritte anfallen. Einen am Bedarf orientierten Durchlauf der Linie, mit der Möglichkeit, Stationen, an denen keine Arbeitsschritte vollzogen werden, mit dem Werkstückträger nicht zu durchlaufen, lässt die schienengebundene starre Fördertechnik nicht zu. In der Folge durchläuft das Montageobjekt ggf. diverse Bearbeitungsstationen, an denen keine Wertschöpfung vollzogen wird. Weitere Problemstellungen im Zusammenhang mit der starren Fließbandfördertechnik ergeben sich im Zusammenhang mit Fehlerereignissen während der Montage. Treten während der Produktion Fehler am Fahrzeug oder den dafür benötigten Bauteilen auf oder wird ein falsches Bauteil angeliefert, wird zur Behebung dieser Fehler Nacharbeit erforderlich. Dabei handelt es sich meist um einen sehr aufwendigen und teuren Prozess. In der Regel wird ein Fahrzeug, an dem ein aufgetretener Fehler nicht sofort innerhalb der Taktzeit durch den Einsatz von Springern behoben werden kann, weiter montiert, bis es das Montageband verlässt. Ein Ausschleusen aus dem Fertigungsprozess lässt die Fördertechnik nicht zu, was weitreichende Folgen für die Materialbereitstellungskette hätte. Grund dafür sind die JIS bereitgestellten Bauteile, für die es in der Regel keinen Platz zum Zwischenlagern und keine Möglichkeit zum Rücktransport in das Lager gibt. In Konsequenz dessen kann die Fehlerbehebung gegenwärtig nur durch zeitintensiven Rückbau des Fahrzeugs erfolgen. Durch die späte Fehlerbehebung entstehen nicht nur Kosten, sondern wird auch die Termintreue gefährdet. Eine frühzeitige Ausschleusung fehlerhafter Fahrzeuge aus dem Endmontageprozess würde den Aufwand der Nacharbeit drastisch reduzieren.

3. Ziele

Es besteht unter dem Eindruck der vorgenannten Problemstellungen in mehrererlei Hinsicht für die Automobilhersteller des Premiumsegments ein gesteigertes Interesse, eine Neuausrichtung der Produktionsprozesse vorzunehmen, um künftig ein breites und stark

ausdifferenziertes Produktspektrum effizienter herstellen zu können. Dabei kommt der Realisierung einer „individuellen Taktzeit“, abgestimmt auf die Arbeitszeitbedarfe, sowie einer flexiblen, intelligenten Pfadwahl innerhalb des Layouts eine zentrale Bedeutung zu. Beides lässt sich mit den einschlägigen starren Fördertechniksystemen nicht realisieren. Indem die starre Taktung und die fest verkettete Abfolge von Bearbeitungsschritten aufgelöst werden soll, bedarf es zur Umsetzung nicht nur neuartiger Montageträger samt zugehöriger Fördertechnik, sondern auch reaktionsschneller Materialflusssysteme für die Teilebereitstellung, da durch die Aufhebung der getakteten Sequenzierung auch die Perlenkette in der Zuführung der Bauteile aufgelöst wird.¹⁵

Nicht nur die Anforderung nach einer „individuellen Taktzeit“, sondern auch der Wunsch nach einer hohen Wandlungsfähigkeit führt zwangsläufig zu einer massiven Reduktion fest installierter Anlagen und Infrastruktur in den Produktionshallen. Die zukünftige Automobilproduktionslogistik ist daher durch mehrere Primärziele gekennzeichnet. Wandlungsfähigkeit stellt eines dieser Ziele dar, da eine feste Einrichtung schnelle Umrüstungen verzögern bzw. gar nicht zulassen. Nur durch den konsequenten Einsatz mobiler Komponenten in einer vorher leeren Halle kann diese Wandlungsfähigkeit erreicht werden. Das zweite Ziel, die schnelle Umrüstbarkeit genutzter Produktionsanlagen, leitet sich direkt aus den Anforderungen an die Wandlungsfähigkeit ab. Innerhalb von zwei Tagen, möglicherweise über das Wochenende, soll beispielsweise die Produktion von Oberklassefahrzeugen auf Kleinwagen umgestellt werden können. Dies soll allein durch das in der Produktion eingesetzte Personal erfolgen, sodass nicht mehr auf speziell ausgebildete Experten zurückgegriffen werden muss. Das dritte Ziel ist eine sich selbst steuernde und optimierende Produktion, in der das eingesetzte Personal im Mittelpunkt steht und an das sich die Produktion anpasst. Auch hier soll auf den Einsatz speziell qualifizierter Experten verzichtet werden können. An vierter Stelle steht die gesteigerte Wertschöpfung der Logistik. Diese soll nicht mehr nur als Lieferant fungieren, der einen Transport zwischen zwei Orten durchführt, sondern einen aktiven Beitrag zur Wertschöpfung leisten.

4. Lösungsansätze

4.1. ARENA2036

Die ARENA2036 ist ein bei der Universität Stuttgart beheimateter international führender Forschungscampus, in dem universitäre Partner und Forschungsinstitute sowie zahlreiche Industriepartner gemeinsam die drei Zukunftsthemen Mobilität, Produktion und Arbeit im Kontext der Digitalisierung erforschen, gestalten und prägen. Sowohl die Seite der Forschungsinstitute als auch die Seite der Industriepartner ist durch eine

¹⁵ Vgl. Wehking und Popp 2015.

hohe Vielfältigkeit und unterschiedlichste Kompetenzen geprägt. So beteiligen sich Forscher unter anderem aus den Bereichen Flugzeugbau, Textiltechnik, Polymerchemie, Konstruktionstechnik, Arbeitswissenschaften, Nachrichtentechnik, Fabrikbetrieb oder auch der Technikpädagogik an zahlreichen Forschungsprojekten. Auf Seite der Industriepartner finden sich Unternehmen aus verschiedenen Branchen wie unter anderem Daimler, Bosch, Siemens, KUKA oder auch John Deere und PILZ. Für die gemeinsamen Forschungsprojekte stehen rund 10.000 Quadratmeter Gesamtfläche zur Verfügung, die je nach Bedarf flexibel genutzt werden können.

Das IFT der Universität Stuttgart entwickelt im Rahmen von ARENA2036 neue Logistikkonzepte für die zukünftige Produktion. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Automobilproduktion, jedoch lassen sich einige der entwickelten Ansätze auch auf andere Branchen übertragen.

Die zukünftige Produktion soll nach Ansicht der in ARENA2036 engagierten Forscher eine Kombination aus Fließband- und Inselfertigung sein. Das bisher noch sehr kostspielige Konzept der Inselfertigung soll mithilfe der Digitalisierung die Wirtschaftlichkeit der Fließbandfertigung erreichen. Bezeichnet wird dieses Konzept als Fluide Produktion.¹⁶

Ein ähnlicher Ansatz wurde bereits in den 1980ern vor allem von Volvo praktiziert.¹⁷ In der sogenannten Boxen-Fertigung waren Gruppen von Mitarbeitern für die Montage größerer Umfänge an einem Fahrzeug in Zykluszeiten zwischen 20 und 45 Minuten zuständig. Diese Gruppen organisierten sich weitestgehend selbst, in dem sie die Arbeitsverteilung, den Personaleinsatz, die Planung des Material- und Werkzeugverbrauchs oder auch das Anlernen neuer Mitarbeiter selbstständig durchführten. Neben den Fertigungs- und Montageaufgaben übernehmen die Mitarbeiter der Gruppe auch die Qualitätskontrolle innerhalb der jeweiligen Box. In der Produktionsanlage wurde komplett auf ein Montageband verzichtet. Der Transport zwischen den einzelnen Boxen, die jeweils mit einer Hebebühne ausgestattet waren, wurde mittels einfacher Fahrerloser Transportfahrzeuge (FTF) realisiert, die in der Regel induktiv spurgeführt navigierten. Die Materialbereitstellung erfolgte als boxenspezifischer Warenkorb und wurde von der jeweiligen Gruppe bei Bedarf angefordert. Eine Besonderheit in den Werken, die nach diesem Prinzip arbeiteten war auch die flache Hierarchie, die lediglich aus dem Werksleiter, Meistern und den Montagemitarbeitern bestand. Volvo stellte wegen der damaligen globalen Krise die Produktion in dem betroffenen Werk ein und verfolgte den Ansatz nicht weiter. Aufgrund der langen Zykluszeiten eignet sich dieses Fertigungsprinzip durch die geringeren Stückzahlen vor allem für Premiumfahrzeuge.

¹⁶ Vgl. Scholz 2018.

¹⁷ Vgl. Zölch 1999.

4.2. Komponenten für Automobilproduktion der Zukunft

4.2.1. Mobiler Supermarkt

Größere Flexibilität in der Montage bedingt geringere Reaktionszeiten in der Teilebereitstellung, sodass die Prinzipien und die zugehörige Hardware der Materialflusssysteme für die Zuführung vormontierter Baugruppen, Komponenten und Montagematerial sich in einem flexiblen und wandlungsfähigen Produktionssystem fundamental von den heute vorherrschenden unterscheiden.

Das Teilebereitstellungskonzept des „Mobilen Supermarktes“ besteht aus drei Einzelkomponenten, die auch unabhängig voneinander betrieben werden können, erst jedoch im Verbund eine Art mobiles Automatisches Kleinteilelager bilden, siehe Abbildung 4.



Abbildung 4: Mobiler Supermarkt

So umfasst der Mobile Supermarkt ein kompaktes FTF, welches mobile Regalmodule transportiert, sowie eine nicht-ortsgebundene Kommissioniereinheit zum Handling und der Ein- und Auslagerung von Kleinladungsträgern (KLT) aus mobilen Regalmodulen. Das Kompakt-FTF stellt eine Eigenkonzeption und -konstruktion des IFT dar. Indem das FTF die Regalmodule, deren Nutzlastkapazität 1.200 kg beträgt, für den Transport nicht anhebt, sondern lediglich schleppt, konnte einerseits eine äußerst kompakte und kostengünstige, andererseits eine unspezifische Konstruktion ausgeführt werden. Unspezifisch dahingehend, als dass das FTF nicht speziell nur für den Regaltransport konzipiert ist, sondern in dessen Grundkonfiguration auch zum Transport von Warenkörben, Sonderladungsträgern und KLT eingesetzt werden kann. Darüber hinaus ist das Kompakt-FTF nach dem Baukastenprinzip „Trägerfahrzeug mit Anbaugerät“ für weitere

Anwendungsszenarien geeignet, wodurch die Typenvielfalt der eingesetzten FTF reduziert werden kann.

Bei der Kommissioniereinheit handelt es sich um ein quasistationäres Mini-Regalbediengerät (RGB), das sowohl in einer der Montage vorgelagerten Kommissionierzone zur Bestückung der Regalmodule, aber auch direkt am Verbauort eingesetzt werden kann. Am Verbauort kommt dieses System vorzugsweise dann zum Einsatz, wenn an einer Montagestation Teile in hoher Varianz und Verbauquote montiert werden, ein Beispiel hierfür sind u. a. Außenspiegel oder Lenkräder. Die mobilen Regale werden dann mit einem Portfolio aller Varianten des Bauteils bestückt, sodass die Sequenzierung der Teile erst direkt am Verbauort hergestellt wird und nicht schon in den vorgelagerten Logistik-Supermärkten. In diesem Anwendungsszenario übergibt das Mini-RGB in direkter Mensch-Maschine-Kollaboration dem Werker das für den anstehenden Arbeitsschritt erforderliche Material nach dem Ware-zum-Mann-Prinzip. Primäres Ziel bei der Konstruktion des Mini-RGB war daher, eine nicht-ortsfeste Anlage zu schaffen, für deren Betrieb lediglich eine Stromversorgung als Infrastruktur vorhanden sein muss. Sämtliche Technik ist daher onboard verbaut und die Konstruktion freitragend, sodass das Mini-RGB ohne Eingriffe in die Bodenstruktur der Fabrik- oder Lagerbereiche mittels eines Staplers oder Handgabelhubwagens umgezogen werden kann, womit der Forderung nach Layoutflexibilität Rechnung getragen wird. Universalität, sowie eine kompakte Ausführung stellten weitere Hauptanforderungen dar. Das Mini-RGB ist eine komplette Eigenkonstruktion des IFT, vom komplexen doppeltief ausfahrenden Teleskoptisch bis hin zu den Umlenk- und Antriebsrollen der Hülltriebe. Nur so konnte letztlich ermöglicht werden, dass doppeltief (1.200 mm) ein- und ausgelagert werden kann, die benötigte Gassenbreite des Mini-RGB jedoch lediglich ca. 660 mm beträgt. Die Universalität dieses Betriebsmittels ist dahingehend gewährleistet, dass die Ein-/ Auslagerungseinheit unabhängig von den Spezifikationen der Kleinteilebehälter und Tablare mit Grundmaß 600 x 400 bzw. 400 x 300 mm eingesetzt werden kann und zu deren Handhabung keine spezifischen Greifertaschen benötigt werden. Das Mini-RGB besteht aus den Hauptbaugruppen Grundrahmen mit Schiene, Fahrwerk, Hubgerüst, Hubtisch und der darauf befindlichen Teleskopiereinheit.

Um die Anforderungen nach einer Nutzlast von 60 kg (entspricht 2 KLT 400 x 300 mit max. zulässiger Beladung) mit hoher Umschlagleistung und der freitragenden Konstruktion, die ohne Bodenverankerung auskommt, zu realisieren, musste besonderes Augenmerk auf die Schwerpunktage des RGBs gelegt werden. Insofern wurden alle Achsen mit gewichtssparenden formschlüssigen Hülltrieben ausgeführt und die Antriebe zentral positioniert. Die Anlage verfügt über eine Schienenlänge von 5.000 mm und ist damit derzeit für die gleichzeitige Be- und Entladung von zwei der fahrbaren Regalmodule mit je 40 KLT Plätzen mit Grundmaß 600 x 400 mm ausgelegt. Durch die Ausführung des Horizontalantriebs mit endlosem Zahnriemen in Omega-Anordnung und fahrzeuggebundenem Antrieb ist die Schienenlänge jedoch beliebig variierbar und für eine größere Anzahl Regalmodule erweiterbar. Auf der Horizontalachse wird in der jet-

zigen Konfiguration eine maximale Verfahrgeschwindigkeit von 2 m/s erreicht, während die Vertikalachse mit 1 m/s betrieben wird. Die maximale Ein-/Auslagerungshöhe beträgt derzeit 1.800 mm, während die minimal erreichbare Fachbodenhöhe bei 320 mm über Bodenniveau liegt. Durch die hohe Dynamik der Achsbewegungen können selbst bei maximalen Fahrwegen in der Konstellation mit zwei doppeltiefen Regalmodulen 4 Behälter in nur 90 Sekunden bereitgestellt werden. Je nach Anwendungsszenario kann dies an einer ortsfesten Übergabestelle erfolgen, oder in einer Kollaboration zwischen Mensch und Maschine, bei der die Übergabeposition durch den Werker intuitiv vorgegeben wird. Die Bemessung der Performance mit 90 s entspricht den Anforderungen, die sich bei der Versorgung einer klassischen Fließbandmontage ergeben. Zur Bewertung der Durchsatzleistung für die Gesamtkonzeption einer flexiblen und wandelbaren Produktion, sowie der einzelnen Hardwarebestandteile, wurde der Vergleich mit einer variantenreichen getakteten Fließbandfertigung aus dem Premiumsegment herangezogen.¹⁸

Das Erfüllen der Leistungsanforderungen bei einer etwaigen Implementierung der förder-, lager- und handhabungstechnischen Maschinen in eine getaktete Fließbandfertigung stellte ein wesentliches Kriterium für die Bewertung der im Zuge des Projekts „FlexProLog“ entwickelten Konzepte dar. Die Leistungsfähigkeit der neuartigen Teilbereitstellungskonzepte wurde anhand von Simulationen, basierend auf realen Materialflussdaten eines Oberklassefahrzeuges untersucht, sodass die Ergebnisse als belastbar angesehen werden können. Die in der Simulation ermittelten Durchsatzkennwerte, insbesondere aber auch die Flexibilität Störfälle bzw. kurzfristige Änderungen im Produktionsablauf bewältigen zu können, war letztlich maßgebend dafür, ob das Konzept – wie im Falle des Mini-RBG bis hin zum Bau eines Prototyps – weiterverfolgt wurde. Die Konzeption des Mobilien Supermarktes zielt daher auf die Bereitstellung von Bauteilen und Montagematerial bedarfsgerecht in Echtzeit ab, was im Kontext eines sich kurzfristig ändernden Produktionsprogramms eine notwendige Bedingung für die Realisierung einer flexiblen Produktion darstellt. Bereitstellungskonzepte, die mehrere Tage Vorlauf benötigen, um die Sequenzierung im Vorfeld herzustellen, sind dann hinfällig, da sich die Sequenz des Materialabrufes nicht nur durch Ausschleusvorgänge kurzfristig ändern kann, sondern auch infolge Priorisierung und Kapazitätsverlagerung innerhalb des Produktportfolios.

Das System des Mobilien Supermarktes zeichnet sich jedoch nicht nur durch seine Reaktionsgeschwindigkeit aus, sondern auch dadurch, dass durch dessen Einsatz manuelle Kommissionier- und Umschlagprozesse reduziert werden, indem dem Mitarbeiter stets das für den anstehenden Arbeitsschritt benötigte Material zielgerichtet angereicht wird. Dadurch wird einerseits die Reduktion potentieller Fehlerquellen erzielt, gleichzeitig aber auch eine Entlastung der Montagemitarbeiter ermöglicht. Insofern muss für die Anwendung am Verbauort eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine bestehen, da

18 Vgl. Popp 2018.

dieses Szenario eine Form der Mensch-Roboter-Kollaboration darstellt. Um den Anforderungen an ein möglichst offenes Anlagenlayout, hoher Umschlagleistung, gleichzeitig aber auch der Gewährleistung der Personensicherheit, gerecht zu werden, bedarf es in weiten Teilen einer über den Stand der Technik hinausgehenden Anlagensteuerung sowie zugehöriger Sicherheits- und Bedienkonzeptionen. Zur Gewährleistung der Maschinensicherheit einerseits, andererseits aber auch der intuitiven Bedienung, ohne die Performance zu beeinträchtigen, sieht das Sicherheitskonzept des Mini-RGB den Einsatz eines sicheren Kamerasystems in Verbindung mit ortsauflösenden Sicherheitsschaltmatten vor.

Ferner setzt aber auch die Bereitstellung des Materials in Echtzeit ein neuartiges, dezentrales Materialflusssteuerungskonzept voraus, bei dem sich die Bereitstellung des Materials am Echtzeitbedarf der Montageobjekte orientiert und nicht einem mit mehrtägigem Vorlauf festgelegtem Produktionsprogramm folgt. Dem Prinzip des offenen Layouts mit intelligenter Pfadwahl der Montageträger folgend, muss das Material zum Montageobjekt geliefert werden. Dies stellt eine völlig konträre Situation zur Fließfertigung dar, bei der das Montageobjekt Stationen durchläuft, wo das Material bereits für das festgelegte Produktionsprogramm vorsequenziert bereitgestellt ist.

4.2.2. Mobile Montageinsel

Eine Produktion ohne starre Fördertechnik, die zudem dem Bedarf entsprechend skalierbar ist, ließe sich über Montageträger auf Basis von FTF bewerkstelligen. Das am IFT entwickelte Konzept der Montage- und Logistik-Plattform ist das Ergebnis dahingehender Überlegungen. Indem die Plattform auf einem großen FTF mit rundum begehbaren Plattform basiert, wird per se eine Entkopplung der einzelnen Montageträger bewerkstelligt und im Weiteren die Aufhebung der fixen Taktung erzielt. Dieses FTF stellt mit seinen Abmessungen von 3.500 x 6.000 mm nicht nur ein Transportmittel dar, sondern fungiert mit seiner integrierten Handhabungstechnik und der Arbeitsplattform als mobile Montageinsel, die es aufgrund ihrer Funktionalitäten ermöglicht, sämtliche Montageschritte in der Endmontage – beginnend mit dem Bodenmodul bzw. Fahrgestell – direkt auf dieser Plattform zu vollziehen. Dies stellt ein primäres Unterscheidungsmerkmal und eine klare Abgrenzung zum Stand der Technik dar, wenn man Kleinserien- oder Manufakturfertigungen heranzieht, wo bereits heute vielfach FTF als Montageträger in der Endmontage anzutreffen sind. Dabei handelt es sich jedoch meistens um monofunktionale Transportfahrzeuge, sodass eine bloße Adaption der existierenden Beispiele nicht zielführend wäre, da sich die gegenwärtige Situation de facto so darstellt, dass die technischen Möglichkeiten der Montageträger und -hilfsmittel die Grenzen der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit, aber auch der Montageabläufe markieren. Nicht zuletzt deswegen stellt die Mobile Montageinsel eine disruptive Technologie dar, da sie Transportmittel, Montageträger, Handhabungstechnik und Arbeitsplattform verbindet. Abbildung 5 zeigt einen Prototyp der Mobilen Montageinsel.



Abbildung 5: Mobile Montageinsel

Das Chassis mit den Fahrtriebseinheiten und Aggregaten bilden den Rumpf des FTF. Die Antriebe sind als kombinierte Fahr- und Lenkeinheiten ausgeführt, deren Schwenkbereich omnidirektionales Fahren, insbesondere Drehen auf der Stelle ermöglicht. Aufgrund der Grundmaße der Montageinsel ist dies essentielle Voraussetzung, um flächensparend manövrieren zu können. Eine weitere Primäranforderung, den Antrieb betreffend, ist die Spreizung des Fahrgeschwindigkeitsbereichs, für eine hohe Variabilität im Sinne der „individuellen Taktzeit“. Mit der Montageinsel im derzeitigen Prototypenstadium lassen sich Fahrgeschwindigkeiten zwischen 0,05 m/s und 1,5 m/s erzielen. Der Rumpf des Fahrzeugs ist von der umlaufenden Arbeits- und Stehplattform umgeben. Über dem Rumpf befindet sich angebunden an die Hubeinrichtung der vollvariable Ladungsträger, der die Fahrzeugaufnahme darstellt. Der Aufbau des Chassis ähnelt in der äußeren Form der eines Knochens. Die jeweiligen Enden stellen die „Radkästen“ mit den jeweils zwei darin verbauten Schwenkantrieben dar. Der zwischen den Radkästen befindliche Steg stellt die „Taille“ dar, in die die Hubvorrichtung des Ladungsträgers integriert ist.

Ziel war es, so viel wie möglich Technikraum in die Radkästen zu legen, um die Bauhöhe der „Taille“ niedrig zu halten, damit in der unteren Grundposition des Ladungsträgers das Dach des darauf befindlichen PKW für den Monteur noch ergonomisch zu erreichen ist. Diese Restriktion schlägt daher auch zwangsläufig auf die Bauhöhe der Radkästen und damit den verfügbaren Bauraum der Antriebe durch. Da der Durchmesser von Rädern mit Polyurethanbandage mit der Tragfähigkeit korreliert, galt es daher, die auf die

Fahrertriebe wirkende Eigenlast des FTF niedrig zu halten. Aus diesem Grund wurde für die Arbeitsplattform eine Ausführung gewählt, die vom Chassis des FTF hinsichtlich des Eigengewichts entkoppelt ist und somit ohne mechanisch tragende Verbindung zum Chassis auskommt.

Das Hubkonzept ist dergestalt, dass über zwei Teleskop-Hydraulikzylinder der Ladungsträger in Relation zur Grundposition, 500 mm über der Arbeitsplattform, um max. 1.500 mm angehoben werden kann. Über differentielles Ausfahren der Hubzylinder kann daher ein Nicken um die Querachse der Fahrzeugaufnahme erzielt werden, während das Schwenken um die Längsachse über zwei separate Hydraulikzylinder erfolgt. Hinsichtlich der Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Montageinsel stellt jedoch die Fahrzeugaufnahme, die als Werkstückträger fungiert, die Primärkomponente dar. Erst die vollautomatische Verstellung der Fahrzeugaufnahme gewährleistet eine modellübergreifende Anpassungsfähigkeit und Verwendbarkeit innerhalb des kompletten Produktspektrums eines PKW-Herstellers. Dies ist zentraler Bestandteil und Grundvoraussetzung, will man künftig grundlegend verschiedene PKW-Modelle, die Bauart und die Abmessungen betreffend, in einer Fabrik mit ein und derselben förder-, lager- und handhabungstechnischen Maschine in Gestalt der Mobilen Montageinsel produzieren. Denkt man an renommierte PKW-Produzenten, würde sich durch diese innovative Montageinsel erstmals die Möglichkeit eröffnen, die Fertigung von Derivaten mit Hybrid-, Elektro- oder Gasantrieb (z. B. Audi, Mercedes-Benz) in einer Montagelinie zu bündeln, um auf diese Weise zwar baureihenübergreifend, aber das Antriebskonzept betreffend ähnliche PKW zusammen in einer Linie zu montieren. Da aufgrund der mittelfristig zu erwartenden Absatzvolumina konventionell angetriebener PKW unweigerlich die Austaktung auf deren Bedürfnisse ausgerichtet sein wird, könnte durch die gebündelte Herstellung der alternativ angetriebenen Derivate in einer Linie deren Herstellung signifikant wirtschaftlicher gestaltet werden. Dass dies jedoch einen vollautomatisch, ohne Rüstzeit, anpassungsfähigen Werkstückträger/Fahrzeugträger voraussetzt, zeigt ein Blick auf das Portfolio alternativ angetriebener Modelle der Audi AG. Die Bandbreite reicht hier vom Kleinwagen A3 bis hin zum SUV Q7. Eine intelligente Pfadwahl innerhalb des Layouts, die sich nach der Konfiguration des PKW und nicht der Fördertechnik richtet, ist hierfür jedoch unabdingbare Voraussetzung. Um diesen Anforderungen zu genügen, verfügt das FTF über eine freie, nicht spurgebundene, Navigation auf Basis von Laserscannern und einer Indoornavigation mit Ultra-Wideband-Technologie (UWB). Auf diese Weise verfügt das FTF über die Voraussetzungen, innerhalb eines veränderlichen Layouts Absolutkoordinaten anzufahren, ohne Zuhilfenahme von fest in der baulichen Struktur eingelassenen Fixpunkten wie Magnetmarken oder RFID-Tags. Da sich über UWB auch mit kostengünstiger Hardware eine Lokalisierung von Ladungsträgern realisieren lässt und zudem eine Möglichkeit der Datenübertragung eröffnet, könnte dies eine Technologie zur Umsetzung eines dezentralen Steuerungskonzeptes darstellen, bei dem sämtliche förder-, lager- und handhabungstechnischen Maschinen, Materialfluss- und Kommissioniersysteme, Bearbeitungsmaschinen aber auch Ladungsträger miteinander vernetzt sind. Die Mon-

tageinsel respektive das Werkstück stellt dabei den Ausgangspunkt des Materialabrufs dar, worauf hin ein Cyber-physisches System von diesem Abruf ausgehend die Zuführung in Echtzeit über eines der infrage kommenden Bereitstellungssysteme steuert.

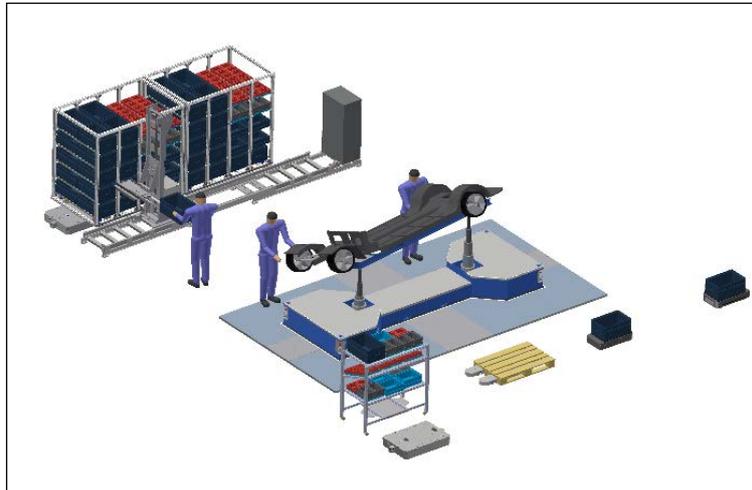


Abbildung 6: Materialzuführung zur Mobilen Montageinsel

5. Production2Go

Mit der Erweiterung der Modellpalette steigt auch die Anzahl der Nischenmodelle mit geringer Stückzahl. Die Fertigung dieser Modelle vergeben die Automobilhersteller häufiger an Auftragsfertiger, die auch eine kurzfristige Überbrückung von Kapazitätsengpässen ermöglichen. Der Wertschöpfungsanteil der Logistikdienstleister im Umfeld der Automobilproduktion nimmt stetig zu, sodass auch hier eine Übernahme ganzer Produktionsumfänge denkbar wäre. Für die Produktion der Auftragsfertiger oder ggf. auch der Logistikdienstleister eignen sich ebenfalls die Matrix-Montage und die dafür am IFT entwickelten Komponenten. Ein völlig neuer Ansatz stellt das Konzept der „Production-2Go“ dar. Bei diesem Konzept nutzt man mobile Hallen, wie sie beispielsweise bei großen Veranstaltungen genutzt werden und stattet diese am jeweiligen Einsatzort mit den mobilen Prozessmodulen aus.

Ähnliche Ansätze wurden bereits untersucht, der Fokus lag dabei jedoch rein auf der Distributionslogistik. So präsentierte die BMW AG 2017 die Idee der „Flex Hubs“, die modular aufgebaut, leicht transportierbar und innerhalb von vier Monaten inklusive der notwendigen Gebäudetechnik aufgebaut werden können. Genutzt werden sollen diese mobilen Lager für die Konsolidierung verschiedener Bauteile der Zulieferer und den daran anschließenden Versand in die jeweiligen Produktionswerke. Der mobile Ansatz wird verfolgt, da man so flexibel auf Nachfrageschwanken reagieren und sich den ver-

änderten Bedingungen der Produktion leichter anpassen kann. Die Hallen bestehen aus Standardcontainern, die als Tragwerk, als Büros und Pausenräume fungieren.¹⁹

Ebenfalls fokussiert auf die Distributionslogistik ist das vom Fraunhofer IML vorgestellte Konzept „Hub2Move“, welches ein wandlungsfähiges Distributionszentrum darstellt und beispielsweise dank der eingesetzten zellulären Transportsysteme innerhalb weniger Wochen lauffähig ist.²⁰

Bei der Production2Go hingegen soll die Endmontage von Fahrzeugen in diesen mobilen Hallen erfolgen. Die bisher vom IFT in diesem Kontext entwickelten Komponenten stellen gemeinsam mit Werkern und mobilen Robotern in mobilen Hallen eine neue hoch wandlungsfähige Produktionsform dar, die eine kurzfristige Inbetriebnahme ermöglichen. Doch der Betrieb dieser Produktionsform bedarf neben mobiler Komponenten weitere, auch organisatorische Entwicklungen. Die Logistik an sich wird sich zu einer intelligenten Intralogistik weiterentwickeln, die mit einem neuen Bereitstellungsprinzip einhergeht. Auch bisherige Ansätze zur Steuerung der logistischen und produktionstechnischen Komponenten müssen sich der neuen Produktionsform anpassen. Damit einhergehend muss die Transparenz der eingesetzten Komponenten durch die Nutzung geeigneter Ortungstechnologien erhöht werden, wodurch auch eine effizientere Kollaboration zwischen den verschiedenen Komponenten erst möglich wird. Durch die Nutzung vollständig mobiler Komponenten entfallen die bisher verwendeten Schutzzäune, wodurch neue Ansätze zur Absicherung der verschiedenen Komponenten benötigt werden. Auch die bisherige Bedienung von mobilen Komponenten wie beispielsweise Fahrerlose Transportsysteme (FTS) wird im Zuge des umfangreicheren Einsatzes überholt werden müssen.

5.1. Just-In-Realtime (JIR) Intralogistik

Die intelligente Intralogistik besteht aus vernetzten, kommunizierenden Objekten, denen ihre sensomotorischen, kognitiven, mathematischen und sprachlichen Fähigkeiten abstraktes und logisches Denken sowie eine selbstständige Zielerreichung auch in neuartigen und unvertrauten Umgebungen ermöglichen. Zu einem gewissen Grad können diese Objekte über emotionale und soziale Kompetenzen verfügen. Die Ziele der intelligenten Intralogistik sind unter anderem, das richtige Produkt in der richtigen Menge, in der richtigen Qualität, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, zu den richtigen Kosten, mit den richtigen Informationen und in der richtigen Verpackung bereitzustellen.

Bei dem JIR-Prinzip erfolgt die Bereitstellung der benötigten Werkstoffe und Betriebsmittel im Unterschied zu den JIT- und JIS-Prinzipien an einem veränderlichen Ort und zu einem veränderlichen Zeitpunkt kurzfristig. Auch die Reihenfolge muss nicht im Vorfeld definiert werden. Ebenso erreichen Werker nach diesem Prinzip in Abhängigkeit ihrer Fähigkeit und Aufgaben ihren Bestimmungsort.

¹⁹ Vgl. Dobos 2017.

²⁰ Vgl. Follert und Behling 2016.

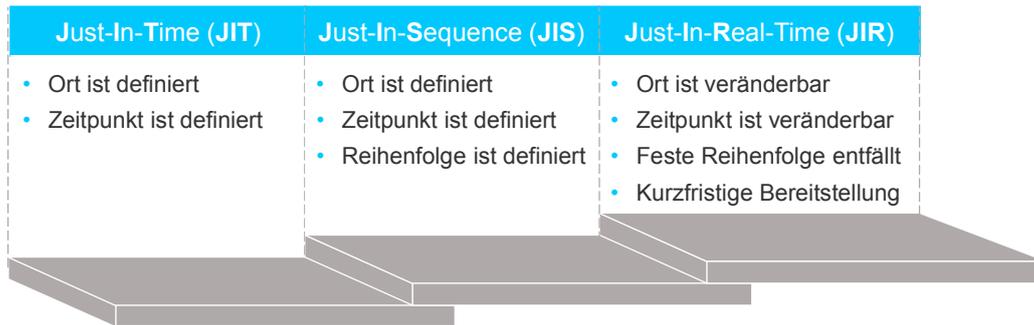


Abbildung 7: JIT, JIS und JIR

5.2. Steuerung

Cyber-physische Systeme gelten als die technologische Grundlage für eine Automobilproduktion, die sich selbst steuert und optimiert. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der damit verbundenen Schlüsseltechnologien (Sensoren, Aktoren, Navigation, Echtzeitinformation usw.) wird es zukünftig ermöglichen, dass in der Production2Go Logistik und Produktion immer stärker zusammenfallen. FTF oder autonome Ladungsträger werden nicht mehr ausschließlich zum Transport von Werkstücken eingesetzt. Vielmehr werden zukünftig – wie die Entwicklung des IFTs zeigen – Menschen, die sich auf der Montageplattform befinden, während des Transportprozesses aktiv in die Produktion eingreifen und Montage- oder Fertigungstätigkeiten am Transportgut durchführen. Folglich verzahnen sich die innerbetrieblichen Logistikprozesse und die Produktionsvorgänge immer stärker, wodurch die automatisierte Produktionslogistik einen steigenden Beitrag zur unternehmerischen Wertschöpfung leisten wird. Für die Umsetzung dieser Visionen sind dynamische Steuerungskonzepte erforderlich, welche die integrierte Betrachtung von Logistik- und Produktionsprozessen ermöglichen. Dynamische Steuerungskonzepte zeichnen sich, im Unterschied zu konventionell dezentralen Ansätzen, dadurch aus, dass die starre Fixierung auf einzelne Organisationsbereiche reduziert wird, um die langfristige Optimierung des Gesamtsystems zu erreichen.

5.3. Ortung

Besonders bei dem Einsatz des Mobilen Supermarkts, der Mobilen Montageinsel sowie weiterer Komponenten steht die Automobilproduktion in Zukunft vor der Herausforderung, ihre Ressourcen effizient einzusetzen und die richtige Ware sowohl zu finden als auch zu transportieren. Zur Optimierung der Transporte sind ausgereifte Ortungstechnologien im Einsatz. In Verbindung mit der jeweils eingesetzten Software bieten diese Ortungsmöglichkeiten die notwendige Transparenz und Sicherheit im Materialfluss. Das Tracking kann dabei sowohl innerhalb von Gebäuden bzw. Räumen als auch auf dem Freigelände erfolgen. Durch Ortungstechnologien werden nicht nur die eindeutige Loka-

lisierung von Ladungsträgern ermöglicht, sondern weitere Anwendungen von Betriebsmitteln und Anlagen realisiert (siehe Tabelle 1) und somit ein reibungsloser Informationsfluss mit dem dazugehörigen physischen Warenfluss sichergestellt.

Tabelle 1: Ortungs-/Lokalisierungs- und Navigationsanwendungen in der Logistik

Betriebsmittel oder Anlage	Anwendungen	Benötigte Genauigkeit
FTF	Fahrbewegungen, Navigation, Wegfindung, Mapping	Zentimeterbereich (ca. 2 – 5 cm)
FTS	Positionierung des FTF an Prozessstationen	Millimeterbereich (ca. 2 – 8 mm)
Gabelstapler	Kollisionserkennung	Meterbereich (ca. 1 – 2 m)
Gabelstapler	Abstimmung mit FTF	Dezimeterbereich (10 – 50 cm)
Handhubwagen oder andere Betriebsmittel (z. B. mobile technische Anlagen)	Lokalisierung (Auffinden)	Meterbereich (ca. 1 – 2 m)
Große Ladungsträger (z. B. Gitterboxen und Sonderladungsträger)	Lokalisierung der Ladungsträger und somit der Ware	Dezimeterbereich (10 – 50 cm)
Kleine Ladungsträger (z. B. KLT)	Lokalisierung der Ladungsträger und somit der Ware	Dezimeterbereich (10 – 50 cm)
Wearable (z. B. Smartphone)	Lokalisierung des Kommissioniermitarbeiters für Auftragszuweisung und z. B. Lichtsteuerung oder auch Tür/Hallentorsteuerung sowie Navigation	Meterbereich (ca. 1 – 2 m) besser jedoch Dezimeterbereich
Wearable (z. B. Handschuh der Firma ProGlove)	Nachverfolgung von Greifpositionen beim Kommissionieren (in welches Fach wurde gegriffen)	Zentimeterbereich (ca. 2 – 5 cm)

Zur Nutzung dieser Anwendungen, besonders bei der Navigation von FTF und dem Auffinden von Ladungsträger, gibt es verschiedenste Systeme basierend auf den klassischen Ortungsmethoden. Grundsätzlich werden diese Methoden in zwei unterschiedliche Arten zur Bestimmung der Position im Indoor- und Outdoorbereich aufgeteilt. Dazu gehören die Trilateration und Triangulation. Die Trilateration basiert auf der Distanzmessung, während die Triangulation Winkelberechnungen zur Positionsbestimmung heranzieht. Die Distanzmessung innerhalb der Trilateration für die zweidimensionale Positionsbe-

stimmung erfordert mindestens drei Bezugspunkte. Bei der dreidimensionalen Positionsbestimmung hingegen werden mindestens vier Bezugspunkte benötigt. Anschließend werden die Abstandsinformationen mittels Laufzeiten (Time of Arrival – ToA), Laufzeitdifferenzen (Time Difference of Arrival – TDoA) oder Feldstärkeinformationen (Radio Signal Strength Indicator – RSSI) zwischen den Bezugspunkten gemessen, womit die Position des zu ortenden Objekts bestimmt werden kann. Je mehr Bezugspunkte vorhanden sind, desto genauer kann die Position des Objekts bestimmt werden (Multilateration).²¹ Voraussetzung für die Winkelberechnung sind zwei bekannte Punkte, die mit dem unbekanntem Punkt ein Dreieck bilden. Es entstehen zwei bekannte Winkel, die durch Anwendung trigonometrischer Funktionen zur Position des unbekanntem Punktes führen (Angle of Arrival).

Eine weitere Möglichkeit zur Ortung ist die Methode „Cell of Origin“, welche auf der zellgenauen Lokalisierung basiert. Hierbei wird nur die Ermittlung des mit dem Objekt verbundenen Senders benötigt, der im Mobilfunk eine Funkzelle und bei WLAN ein Access Point darstellt. Dessen Position wird somit der Position des Objekts zugeordnet.²²

Da die häufig genutzte Technik in Gebäuden, GPS, kaum eine Funktion aufweist und die Ermittlung der Positionen von Objekten in Bauwerken für viele Unternehmen stets wichtiger wird, hat sich auch dieser Themenbereich weiterentwickelt. Neben akustischen, kamerabasierten, inertialen und hybriden Systemen sind die hochfrequenzbasierten Systeme in der Indoor-Positionsbestimmung am bedeutsamsten. Hierzu gehören das Global System for Mobile Communications (GSM), Wireless Local Area Network (WLAN), Bluetooth, RFID und UWB-Funktechnologie.²³

Die Kurzstrecken-Funktechnik UWB wird insbesondere in industriellen Umgebungen und somit im Logistikbereich mit hohen Präzisionsanforderungen eingesetzt. Ortungsgeräte mit der UWB-Technologie sind kaum störungsanfällig und meist sehr energieeffizient. Sie arbeiten wesentlich präziser als WLAN oder andere Lokalisierungssysteme, da sie bei der Ortung eine höhere Genauigkeit, auch unter erschwerten Bedingungen, erzielen können. Ebenso ist die Latenzzeit dabei viel geringer als bei anderen vergleichbaren Ortungssystemen. Zudem kann mit UWB die Position eines Gegenstandes im dreidimensionalen Raum zuverlässig bestimmt werden, beispielsweise das aktuelle Stockwerk, wo sich das zu ortende Objekt befindet. Durch die Nutzung extrem großer Frequenzbereiche gibt es kaum Interferenzen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass UWB-Tags weniger Strom verbrauchen und über längere Zeit betrieben werden können. Der Ort an dem der Lokalisierungsvorgang durchgeführt werden soll, ist mit UWB-Basisstationen auszustatten, sodass die gesamte Fläche abgedeckt ist. Diese Technik zur Positionsbestimmung basiert auf einem Laufzeitverfahren und ermöglicht sehr genaue Ortsangaben. Dabei wird die Lichtlaufzeit zwischen einem Objekt und mehreren Empfängern gemessen.

21 Vgl. Pflaum und Hupp 2007.

22 Vgl. Hickmann 2011.

23 Vgl. Karimi 2015.

Das Stuttgarter Technologie-Startup NAISE, ein Kooperationspartner des IFT, nutzt diese Technologie bereits erfolgreich. Mit einer Anbringung von deren Sendern alle 50 m können die Empfänger präzise ihre eigene Position ermitteln und weitere Informationen im gesamten NAISE-Kommunikationsnetzwerk teilen. In den Prototypen des IFT ist das System bereits verbaut und trägt somit zu deren Navigation bei.

5.4. Sicherheit

Um die Kollaboration zwischen verschiedenen mobilen Komponenten untereinander aber auch mit den in der Produktion eingesetzten Mitarbeitern zu ermöglichen bedarf es neuer Sicherheitskonzepte und damit einhergehend neue Sensoren. Bisherige Sicherheitssensoren sind lediglich in der Lage, Hindernisse im Fahrweg, wie Gegenstände oder Menschen zweidimensional in einer Ebene oder bei direktem physischem Kontakt zu erkennen. Des Weiteren erkennt der Sicherheitssensor eines FTF, in der Regel sind dies Laserscanner, ein zweites sich zur Kollaboration näherndes Fahrzeug nicht als solches, sondern lediglich als Hindernis, was einen Stopp des FTF zur Folge hätte. Um eine Kollaboration zwischen den einzelnen Komponenten zu ermöglichen, bedarf es daher einer Sicherheitssensorik, die dazu im Stande ist, die Umgebung dreidimensional zu überwachen und zwischen unterschiedlichen Hindernissen differenzieren zu können. Das Vorhandensein von Objekten oder Personen im Fahrweg eines FTF hat auch Auswirkungen auf das Verhalten des FTF. So kann beispielsweise eine Säule mit einer höheren Geschwindigkeit passiert werden, als eine Person, die sich am Rande des Fahrwegs befindet. Darüber hinaus bedarf es neue Konzepte zum sicheren Transport von Mitarbeitern auf der Mobilien Montageinsel, sofern diese auch während der Fahrt Montagetätigkeiten durchführen.

5.5. Bedienkonzepte

Der zunehmende Einsatz von FTF in der zukünftigen Automobilproduktion, der steigende Bedarf nach wandlungsfähigen Systemen und die stärkere Fokussierung auf den Mitarbeiter in der Produktion werden sich auch auf die Planung und die Bedienung von FTF auswirken. Während bisher die durch FTF bewerkstelligten Materialflüsse in der Regel aus einer definierten Quelle und einer oder mehrerer definierter Senken bestehen, wird sich dies zukünftig häufiger ändern. So werden die Senken, beispielsweise bei der Bereitstellung von Material an der Mobilien Montageinsel, ortsveränderlich sein. Die FTF werden stärker auf die Mitarbeiter ausgerichtet sein und diese bei deren Arbeit unterstützen. Aus diesem Grund wird die Mensch-Maschine- bzw. Mensch-FTF-Interaktion einen höheren Stellenwert haben. Den Vorreiter bei der Interaktion zwischen Mensch und FTS stellt das am Karlsruher Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme entwickelte FiFi, ein mittels Gesten- und Personenerkennung gesteuertes FTF dar.²⁴

²⁴ Vgl. Trenkle et al. 2013.

Für die bisher unterschiedlichen Benutzergruppen, die in die Planung, die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung involviert sind, ergeben sich durch die Nutzung verschiedener Kanäle bei der Interaktion mit dem FTF völlig neue Möglichkeiten. So kann der Planer des auf FTF basierenden Materialflusses diesen künftig in einer Greenfield-Planung mit Hilfe einer Virtual-Reality-Brille (VR-Brille) virtuell planen und veranschaulichen. Bei einer Brownfield-Planung hingegen kann der Planer mittels Augmented-Reality (AR) und der Zuhilfenahme eines Ortungssystems und einer Fernbedienung, wie beim Teach-In eines Roboters, die Bearbeitungspunkte, in diesem Fall die Quellen und Senken sowie die Fahrwege im Layout definieren und so die Karte für die spätere Nutzung aufbauen. Der für die Inbetriebnahme zuständige Mitarbeiter kann die softwareseitige Inbetriebnahme mehrerer Fahrzeuge mittels Sprachsteuerung und Tablet durchführen. Der Mitarbeiter, der im Betrieb mit den Fahrzeugen interagiert, muss bisher beispielsweise keine Änderungen an der Konfiguration der Fahrzeuge durchführen. Statusinformationen der Fahrzeuge kann er sich mit Hilfe einer AR-Brille anzeigen lassen. So sieht er direkt auf einen Blick, welchen Transport ein Fahrzeug durchführt, ob Störungen vorliegen und wann das Fahrzeug gewartet werden muss. Auch der Instandhalter kann diese Technologie nutzen. Ein Blick in die Produktion genügt und er sieht sofort, welche Fahrzeuge der Flotte gewartet werden müssen. Bei der Reparatur fehlerhafter FTF wird dem Mitarbeiter angezeigt, welche Bauteile ausgetauscht werden müssen und welches Werkzeug er dafür benötigt.

In der wandlungsfähigen Produktion der Zukunft werden diese Tätigkeiten, die sich bisher auf unterschiedliche Mitarbeiter verteilt haben, einzig auf den Mitarbeiter beschränken, der täglich mit den Fahrzeugen interagiert, dem Werker. Dieser wird die FTF als Werkzeuge benutzen, die ihm Transporte durchführen und seine Arbeit erleichtern. So kann er in Abhängigkeit der zu produzierenden Produkte festlegen, welche Fahrzeuge welche Transporte durchführen und welche Quellen und Senken dafür angefahren werden müssen. Die Kommunikation wird mit Hilfe von Sprache, Gesten und AR-Brillen erfolgen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die gegenwärtigen Produktionskonzepte der Automobilindustrie stoßen aufgrund der steigenden Anzahl an Automobilvarianten und -modellen an ihre Kapazitätsgrenzen und stehen vor einem Umbruch. Die Ursachen für diesen Wandel liegen unter anderem an fehlenden Ausschleusungsmöglichkeiten, der Bindung an die JIS-Materialbereitstellung sowie dem hohen Planungsaufwand für die Austaktung der Montagelinien. Im Rahmen der ARENA2036 wurden innovative Konzepte und Prototypen realisiert, mit denen die Neuausrichtung der Automobilproduktion gelingen kann. Einige dieser Komponenten, wie z. B. die Mobile Montageinsel, JIR oder der Mobile Supermarkt, werden vorgestellt und beschrieben. Wie dieser Beitrag zeigt, sind für die Umsetzung der Production2Go weitere Forschungsbestrebungen in verschiedenen Themenbereichen erforderlich.

Literaturverzeichnis

- Becker, Helmut (2006): Phänomen Toyota. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dobos, Laszlo (2017): Logistikimmobilien: Lager to go für die BMW Group. Logistik Heute. Online verfügbar unter <https://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/17302/Autobauer-entwickelt-eine-zerlegbare-und-transportable-Halle-Logistikimmobil>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Dombrowski, Uwe; Hennersdorf, Sibylle; Schmidt, Stefan (2006): Grundlagen Ganzheitlicher Produktionssysteme. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 101 (4), S. 172–177.
- Follert, Guido; Behling, Jan (2016): Hub2Move im Leitthema Wandelbare Logistiksysteme: Abschlussbericht: Fraunhofer Gesellschaft – Institut für Materialfluss und Logistik IML.
- Grundig, Claus-Gerold (2009): Fabrikplanung. München: Hanser.
- Herlyn, Wilmjakob (2012): PPS im Automobilbau: Carl Hanser Fachbuchverlag.
- Hickmann, Robert (2011): Positionsbestimmung mit Wireless LAN: VDM Verlag.
- Karimi, Hassan A. (2015): Indoor wayfinding and navigation. Boca Raton: CRC Press.
- Kugler, Anita (1987): Von der Werkstatt zum Fließband. Etappen der frühen Automobilproduktion in Deutschland. In: *Geschichte und Gesellschaft* 13. Jahrgang (3), S. 304–339.
- Nyhuis, Peter; Wiendahl, Hans-Peter; Wagner, Carsten (2012): Materialbereitstellung in der Montage. In: Bruno Lotter und Hans-Peter Wiendahl (Hg.): Montage in der industriellen Produktion. Ein Handbuch für die Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 285–313.
- Opel (2014): So entsteht ein Auto. Online verfügbar unter <https://opelpost.com/07/2014/so-entsteht-ein-auto/>, zuletzt geprüft am 06.09.2018.
- Pflaum, Alexander; Hupp, Jürgen (2007): Sensornetzwerke und Lokalisierungsverfahren als Schlüsseltechnologien für die intelligente logistische Umwelt von morgen. In: Michael ten Hompel (Hg.): Internet der Dinge. Berlin: Springer, S. 107–118.
- Popp, Julian (2018): Neuartige Logistikkonzepte für eine flexible Automobilproduktion ohne Band. Stuttgart, Univ., Diss., 2018.
- Pröpster, Markus Hubert (2015): Methodik zur kurzfristigen Austaktung variantenreicher Montagelinien am Beispiel des Nutzfahrzeugbaus. München, Techn. Univ., Diss., 2015.
- Scholz, Gerd (2018): Ab auf die Insel. In: *Automobilwoche* (9).

Trenkle, Andreas; Seibold, Zäzilia; Stoll, Thomas; Furmans, Kai (2013): FiFi – Steuerung eines FTF durch Gesten- und Personenerkennung. In: *Logistics Journal*.

Wehking, Karl-Heinz; Popp, Julian (2015): Automobilproduktionslogistik – heute, morgen und übermorgen –. In: Thomas Wimmer und Sabine Hucke (Hg.): *Eine Welt in Bewegung*, 32. Logistik-Kongress der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V., S. 325–345.

Werner, Jochen (2008): *Methode zur roboterbasierten förderbandsynchronen Fließmontage am Beispiel der Automobilindustrie*. München, Techn. Univ., Diss., 2008. München: Utz.

Wildemann, Horst (2017): *Entwicklungslinien der Produktionssysteme in der Automobilindustrie*. In: Ingrid Göpfert, David Brown und Matthias Schulz (Hg.): *Automobillogistik*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 161–184.

Zölch, Martina; Weber, Wolfgang G.; Leder, Loni (1999): *Praxis und Gestaltung kooperativer Arbeit*. In: *Mensch, Technik, Organisation*. Zürich: vdf Hochschulverl. an der ETH Zürich.

F2

Lernen aus digitalen Projekten

**Datenbasierte Geschäftsmodelle –
Weshalb es dabei nicht um noch mehr Daten geht**

**Digitalisierung als Wegbereiter:
Der Anlagen- und Maschinenbau im Wandel**

**Aus der Praxis: Wie sich ein Mittelständler auf dem Weg
zum Lösungsanbieter digitalisiert**

Ausgangslage des Projekts

Durchführung des Projekts

Ergebnis des Projekts – Die Morphologische Innovationslandkarte

Lessons Learned: Worauf es wirklich ankommt

Disclaimer

Literaturverzeichnis

Datenbasierte Geschäftsmodelle – Weshalb es dabei nicht um noch mehr Daten geht

Alexander Michalik, Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO), TU Dortmund

Fabian Förster, Fraunhofer IML, Dortmund

Christoph Besenfelder, Fraunhofer IML, Dortmund

Die rasante technologische Entwicklung hat allein in den letzten zwei Dekaden enorme Innovationssprünge hervorgebracht. Durch die zunehmende Vernetzung ist eine nie dagewesene Dezentralisierung und Digitalisierung von Wertschöpfungsprozessen möglich geworden und bieten die Grundlage für völlig neuartige Geschäftsmodelle. Einstige Startups wie Amazon, Facebook und Co haben gezeigt, dass datenbasierte Geschäftsmodelle sehr erfolgreich sein können. Weitere prägnante Beispiele liefern Uber als globales Taxiunternehmen oder AirBnB als Vermietungsplattform, welche hohe zweistellige Milliardenbewertungen erzielen ohne dabei selbst Fahrzeuge oder eigene Hotels zu besitzen [1]. Digitale Geschäftsmodelle und die zugehörige Koordination sowie Integration unterschiedlichster Akteure entlang der Wertschöpfungskette sind durch modernste Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) heutzutage quasi per Mausklick möglich geworden. Der Trend hin zu branchenübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken ebnet auch die Zukunft des Anlagen- und Maschinenbaus: Die deutsche Industrielandschaft vernetzt sich zunehmend und Unternehmen werden teil unterschiedlicher Wertschöpfungsnetzwerke, um beispielsweise eine höhere Auslastung von Fertigungsanlagen oder eine gesteigerte Anpassungsfähigkeit an aktuelle Marktentwicklungen zu erreichen [2]. Die zentrale Frage welche sich insbesondere Anbieter von Anlagen und Produktionssystemen stellen müssen ist, welche Rolle sie zukünftig in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsstrukturen einnehmen wollen [3], da reine Sachleistungen immer mehr in den Hintergrund rücken und kundenindividuelle Lösungen die Zukunft für Unternehmen bestimmen:

„Technology by itself has no single objective value. The economic value of a technology remains latent until it is commercialized in some way via a business model.“ [4]

Die Auseinandersetzung mit dieser Frage und damit ein strategischer Wechsel ist auch zwingend notwendig, da technologisch hochentwickelte physische Produkte oftmals als wesentliches Differenzierungsmerkmal angesehen werden. Doch Technologien alleine sind dann wertlos, wenn sie nicht mit sinnvollen Geschäftsmodellen verknüpft sind und einen konkreten Mehrwert für Kunden bieten. Doch wie eingangs erläutert, existieren aktuell mehr denn je junge und teils branchenfremde Unternehmen, welche durch neue innovative Geschäftsmodelle die führende Rolle von Wertschöpfungsnetzwerken im Anlagen- und Maschinenbau zu übernehmen versuchen. Anlagenhersteller, welche der Digitalisierung und der fortschreitenden Individualisierung nicht genügend Bedeu-

tung beimessen, laufen Gefahr, zu einem kleinen Zahnrad im Wertschöpfungssystem der digitalen neuen Player zu verkümmern [3].

Das unternehmerische Denken und Handeln in der Branche des Anlagen- und Maschinenbaus befasst sich daher zunehmend mit innovativen Geschäftsmodellen, welche nicht mehr die Sachleistung in den Vordergrund stellen, sondern kundenindividuelle Lösungsbündel in Form sogenannter industrieller Produkt-Service-Systeme (IPSS) anbieten. Je nach Bedarf des Kunden reicht das Portfolio somit von dem Verkauf der Anlage bis hin zur maßgeschneiderten Integration in Wertschöpfungsprozesse der Kunden. Entlang des Lebenszyklus technischer Systeme übernimmt der einstige Anlagenhersteller umfangreiche Betreiber- und Instandhaltungsaufgaben und realisiert somit komplexe IPSS: Er transformiert zum Lösungsanbieter. Charakteristisch für solche maßgeschneiderten Bündel ist der wahrnehmbare Mehrwert gegenüber der bloßen Addition von Produkten und produktbegleitenden Dienstleistungen, welche im traditionellen Servicegeschäft gang und gäbe sind. Dieser Mehrwert zeichnet sich insbesondere durch die Individualisierbarkeit und Integrierbarkeit in Leistungserbringungsprozesse des Kunden aus (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Mehrwert durch hybride Leistungsbündel i.A.a. [5]

Doch inwiefern stellen hybride Geschäftsmodelle – insbesondere im Anlagen- und Maschinenbau – ein derart aktuelles Thema dar? Ein Schlüsselfaktor und die Grundlage der gegebenen Aktualität für die Transformation zum Lösungsanbieter ist die Digitalisierung [6]. Im Kontext der vierten industriellen Revolution können Lösungsanbieter nicht ohne eine hohe Konnektivität und digitale Fähigkeiten bestehen. Die digitale Durchdringung sollte hierbei sowohl auf Prozess- und Produkt-, als auch auf Geschäftsmodellebene eines Unternehmens betrachtet und weiterentwickelt werden, um den Anschluss im weltweiten Wettbewerb nicht zu verlieren [7].

Der Begriff des Lösungsanbieters ist hingegen nicht neu. Viele Unternehmen verstehen sich seit jeher als „Anbieter von Lösungen“, indem das physische Produkt um bedarfsgerechte Dienstleistungen ergänzt wird. Hier wurden bereits erfolgreiche Technologien entwickelt und implementiert – wie bspw. Condition Monitoring oder Remote Services [8]. Doch gerade weil die sukzessive Weiterentwicklung und Kombination von

Produkten und Dienstleistungen seit Jahrzehnten gängige Praxis ist, führt dieser Weg zukünftig nicht mehr unmittelbar zu einer weiteren Differenzierung im globalen Wettbewerb. Innovative Lösungsanbieter zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, Produkte und Dienstleistungen so aufeinander abzustimmen und kundenindividuell anzupassen, dass der vom Kunden wahrgenommene Mehrwert den Nutzen durch die bloße Addition von Produkt und Service übersteigt. In diesem Zusammenhang versteht sich das Produkt nicht mehr als reine Sachleistung, sondern als Bedürfnisbefriedigung: Der Kunde erwirbt Mobilität statt eines Autos bzw. bezahlt für das Produzieren statt für eine Maschine. Als wohl prominentestes Beispiel bietet der britische Flugzeugturbinenhersteller Rolls-Royce Betriebsstunden statt Flugzeugturbinen als sogenanntes „Power-by-the-hour“-Geschäftsmodell an [9]. Doch auch wenn aktuelle technologische Entwicklungen, ein starker Wettbewerb sowie sich verändernde Marktanforderungen den Trend zu kundenorientierten Lösungen vorantreiben, ist eine vorschnelle (Über-) Reaktion seitens der Unternehmen nicht der Weg, welcher zu fundierten und wirtschaftlich tragbaren hybriden Geschäftsmodellen führt. Gerade im mittelständischen Bereich wird deutlich, dass die Erweiterung des konventionellen Produktportfolios sukzessive und in modularer Ausprägung stattfinden sollte [10].

Die Aktualität hybrider Geschäftsmodelle ist in den immer weitreichenderen Möglichkeiten digitaler Produktionsfaktoren begründet. Fand im privaten Bereich bereits in den letzten Jahren ein meist mit dem Internet einhergehender Wandel statt, so hält diese Revolution im Produktionsumfeld erst nach und nach Einzug.

Digitalisierung als Wegbereiter: Der Anlagen- und Maschinenbau im Wandel

Im Rahmen der Digitalisierung stehen sowohl die Optimierung als auch die Herstellung von Transparenz bezüglich bestehender Abläufe im Fokus und bilden somit die Basis für die nachhaltige Messung des Erfolgs anhand eines sogenannten digitalen Zwillings. Die Steigerung der Leistung, Flexibilität, Qualität und Zuverlässigkeit der Produktionsprozesse dient zur Feststellung des Erfolgs der Digitalisierung, d.h., die Nutzung der Produktionsfaktoren und Verwirklichung eines besseren Kosten-Nutzen-Verhältnisses stehen dabei im Vordergrund. Diese Technologisierung bezieht sich sowohl auf den internen Maschinenpark als auch auf das Anbieten innovativer Leistungsbündel.

Die Gewährleistung einer funktional und wirtschaftlich bedarfsgerechten Einsatzfähigkeit von Maschinen und Anlagen gegenüber dem gesamten Produktionssystem ist dabei essentiell [11]. Anhand des digitalen Zwillings wird eine wirtschaftliche Bewertung der Auswirkungen einer geplanten Maßnahme vereinfacht. Vor dem Hintergrund des gesamten Produktionssystems steht die Bewertung im Vorfeld von bevorstehenden Ereignissen hinsichtlich ihres Kosten-Nutzen-Verhältnisses in Aussicht. Die gewonnene Plan-

barkeit von in der Zukunft notwendigen Maßnahmen trägt auf diese Weise unmittelbar zur Produktionsleistung bei und indirekte Kosten können spürbar gesenkt werden.

In diesem Zusammenhang wird die mit der Digitalisierung einhergehende Interdisziplinarität deutlich. Strategische Partnerschaften – beispielsweise zwischen Produktion und Instandhaltung – schaffen auf der einen Seite Transparenz bezüglich der Produktionsplanung und -steuerung und ermöglichen auf der anderen Seite die Wahrung einer technischen Betriebssicherheit, bestehend aus Kenntnissen über Störungs- und Ausfallrisiken. Somit findet eine direkte Gegenüberstellung von zwei zunächst voneinander isolierten Kostenarten statt, die wiederum eine ganzheitliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erlauben. Basierend auf dieser Entwicklung besteht die Möglichkeit einer dynamischen Priorisierung von notwendigen Folgeprozessen – mit maximalem ökonomischen Ertrag für das Produktionssystem. Die Vermeidung kostenintensiver ad-hoc-Maßnahmen und ein zielgerichteter Personaleinsatz steigern die Effizienz vorhandener Produktionsprozesse. Eine Umsetzung von Just-in-Time-Konzepten im Bereich der Materialversorgung und eine damit verbundene Senkung der Kapitalbindung ist ebenfalls möglich. Die Identifikation von Maschinen und Anlagen, die technisch anfällig und deshalb wirtschaftlich nicht gewinnbringend sind, verläuft analog. Die im digitalen Zwilling enthaltenen Informationen steigern schließlich nicht nur die Qualität der Produkte, sondern erhöhen auch die Stabilität der Prozesse. Dadurch profitieren Kunden zunächst von reduzierten Lieferzeiten und einer Erhöhung der Lieferfähigkeit, der Lieferflexibilität und der Liefertermintreue. Darüber hinaus gewinnt das Unternehmen aus Mitarbeitersicht an Attraktivität und der Arbeitsalltag an Stabilität. Mit Hilfe des gestiegenen Verständnisses bezüglich der eigenen Prozesse entsteht ein erhöhtes Potential für Innovationen und Individualität. Optimierte Prozesse bieten die Basis für die Weiter- und/oder Neuentwicklung von Produktionsverfahren, während individuelle Kundenwünsche in diesem Zusammenhang besser berücksichtigt werden können. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass Anlagen- und Maschinenbetreiber mehr Informationen über den Zustand der Anlagen und Maschinen erhalten als zuvor. Diese Kenntnis stellt die Ausgangsbasis für das Geschäftsmodell eines Lösungsanbieters dar.

Vom Hersteller zum Lösungsanbieter

Die Tatsache, dass Maschinen und Anlagen auch in Zeiten von Industrie 4.0 weiterhin instandhaltungsbedürftig sind und ausfallen werden, wird auch oder gerade wegen einer fortschreitenden Digitalisierung der Produktionsumgebung zukünftig weiter Bestand haben [6]. Aktuelle Studien bestätigen den zunehmenden Bedarf an IT- und Problemlösungskompetenz, System- und Prozessverständnis sowie interdisziplinäre Fähigkeiten, um auch in Zukunft immer komplexer werdenden Anforderungen gerecht zu werden [6]. Auf der einen Seite besteht daher die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung von der konventionellen Problemlösungsfindung, um einer technologisierten Umwelt gerecht zu werden. Auf der anderen Seite entstehen durch die Digitalisierung gleichzeitig neue

Möglichkeiten, um ebendiese zu erreichen. Hier liegt der Kern hybrider Geschäftsmodelle im Sinne eines Lösungsanbieters: Ist ein Hersteller in der Lage, zuverlässig den Zustand der Kundenanlagen automatisch zu bestimmen, sind hier völlig neue Dienstleistungen realisierbar. Erst dann ist jenes Verfügbarkeitsversprechen an den Kunden möglich, das ein industrielles Produkt-Service-System als Hybrid erlaubt.

Die Ausgangsbasis stellt die Erfassung von Daten mittels einer umfangreichen Sensorik dar. In Relation zu historisch gesammelten Daten lassen sich nun Schlüsse hinsichtlich eines potenziell bevorstehenden Maschinendefekts ziehen und eine zustandsorientierte, prädiktive Planungsstrategie realisieren. Diese verursacht schließlich weniger zeit- und kostenintensive geplante Stillstände. Der entscheidende Vorteil liegt demnach in der verbesserten Planbarkeit: Eine bisher mehrheitlich reaktiv geplante Strategie führt zur Notwendigkeit des unmittelbaren Handelns. Durch den digitalen Zwilling und der daraus resultierenden Transparenz wird der Zeitpunkt der Kenntnis über eine notwendige Maßnahme vorverlagert. Hier ergeben sich gänzlich neue Möglichkeiten, um einen geeigneten Zeitpunkt für die notwendigen Maßnahmen zu identifizieren. Diese müssen ggf. nicht zwingend unmittelbar erfolgen, sondern können – abhängig von einer bspw. dynamischen Risikoeinschätzung – zu einem späteren Zeitpunkt stattfinden. Auf diese Weise entsteht ein Zeitfenster zwischen der Kenntnis über ein bevorstehendes Ereignis und dem tatsächlichen Stillstand, der demnach einen gewissen Spielraum für einen wirtschaftlich sinnvollen Zeitpunkt bietet.

Auf diese Weise lässt sich die Wirtschaftlichkeit einer digitalen Produktionsumgebung rechtfertigen und im Rahmen hybrider Geschäftsmodelle implementieren. Das gilt sowohl für den Lösungsanbieter als auch dessen Kunden. Dieser profitiert in diesem Zuge von einer gesteigerten Maschinenverfügbarkeit, wodurch wiederum nicht wertschöpfende Tätigkeiten reduziert werden können. Analog kann der wirtschaftliche Erfolg des in der Supply Chain nachgelagerten Partners verbessert werden, da die Wahrscheinlichkeit möglicher Lieferengpässe reduziert wird.

Aus der Praxis: Wie sich ein Mittelständler auf dem Weg zum Lösungsanbieter digitalisiert

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Innovationslabor – Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ (www.innovationslabor-logistik.de) wurde in diesem Kontext ein Anwendungsfall analysiert, der am Beispiel eines mittelständischen Anlagenherstellers eben diesen Transformationsprozess skizziert und eine Roadmap zur Entwicklung digitaler und hybrider Geschäftsmodelle und Dienstleistungen hervorgebracht hat. Die Hürden und Erkenntnisse dieses Projekts lassen sich in der Folge verallgemeinern und Rückschlüsse auf die Realisierung eines Lösungsversprechens zu.

Der Anwendungsfall basiert auf der Zusammenarbeit mit einem Hersteller im Bereich der mechanischen Bearbeitung von Oberflächen- und Bauteilgeometrien mit Kunden vor allem aus der Automobil- und Medizinbranche. Das mittelständische Unternehmen bietet seit langem neben speziellen Bearbeitungsanlagen auch produktbegleitende Dienstleistungen und Ersatzteileleistungen an und erhält zunehmend Kundenanfragen für die fortlaufende Überwachung funktionskritischer Bauteile. In einem gemeinsamen Projekt wurden jene Kundenbedürfnisse weiter analysiert, die Kernkompetenzen des Unternehmens aufgeschlüsselt und letztendlich Konzepte für neuartige Geschäftsmodelle erarbeitet, welche im Rahmen einer individuellen Roadmap schrittweise umgesetzt werden können.

Die ursprüngliche Motivation dieses Vorhabens ist insbesondere im Zeitalter der Digitalisierung nicht neu: Produzierende Anlagen weisen einen immer höheren Komplexitätsgrad auf, um den steigenden Ansprüchen der Kundschaft gerecht zu werden und gleichzeitig die Differenzierbarkeit durch technologisch hochentwickelte Systeme aufrechtzuerhalten. Entsprechende produktbegleitende Dienstleistungen wie beispielsweise im Bereich der Instandhaltung sind dabei meist selbstverständlich. Um die Verfügbarkeit komplexer Produktionssysteme auch in Zukunft sicherzustellen, rücken Condition Monitoring Systeme und die Einbindung von Zustands-, oder Prozessdaten in Leistungserbringungsprozesse in den Fokus. Der Anlagenhersteller besitzt das notwendige Know-how, um funktionskritische Bauteile zu identifizieren und Verfahren zur Erkennung des aktuellen Abnutzungsgrads zu entwickeln und direkt in das Produktportfolio zu integrieren. Was für den Kunden aufgrund fehlender spezifischer Kenntnisse bzgl. der Verschleiß- und Zustandserfassung meist einen aufwändigen und impraktikablen Aufwand darstellt, kann vom Anlagenhersteller in Form neuer Lösungsbündel angeboten werden. Prädiktive Instandhaltungsansätze werden schon seit längerer Zeit diskutiert. Die technische Umsetzbarkeit steht insbesondere seit dem Aufkommen effizienter cyber-physischer Systeme, einer zuverlässigen IT-Infrastruktur sowie kostengünstiger Sensorik außer Frage. Der entscheidende Faktor für eine erfolgreiche Marktdiffusion von IPSS im Anlagen- und Maschinenbau sind jedoch vor allem adäquate Geschäftsmodelle, welche individuell auf den Kunden zugeschnitten werden und eine klare „Kosten-Nutzen-Transparenz“ vorweisen. Der Anlagenhersteller und Lösungsanbieter dieses Anwendungsfalls fokussiert sich daher auf die Digitalisierung seiner industriellen Services und die Entwicklung neuer sogenannter hybrider Geschäftsmodelle.

Hybride Geschäftsmodelle bilden alle relevanten Geschäftsprozesse eines Unternehmens für IPSS ab. Um Unternehmen bei der Entwicklung solcher hybriden Geschäftsmodelle zu unterstützen, wurde eine Roadmap entwickelt, welche dem Unternehmen eine sinnvolle Orientierungsgrundlage zur Entwicklung neuer hybrider Dienstleistungen liefert und bei der Konkretisierung entsprechender Geschäftsmodelle unterstützt. Prädiktive Instandhaltungsdienstleistungen spielen hierbei eine wichtige Rolle im industriellen Sektor. Jedoch konnten durch einen strukturierten Analyse- und Ideenentwicklungsprozess Konzepte erarbeitet werden, welche mit geringerem Aufwand umzusetzen

sind, Kundenbedürfnisse in bestmöglicher Weise adressieren und gleichzeitig die Grundlage für weitere, komplexere IPSS darstellen.

Allerdings wurde im Projektverlauf einmal mehr deutlich, dass die Entwicklung hybrider Geschäftsmodelle und somit die Transformation zum Lösungsanbieter oft schon unter unrealistischen Vorstellungen angegangen wird und damit häufig zum Scheitern verurteilt ist. Um die Ergebnisse und „Lessons Learned“ nachvollziehbar zu gestalten, folgt zunächst eine Beschreibung der Ausgangslage sowie der Durchführung des Projekts. Im Anschluss wird im Detail darauf eingegangen, worauf es bei der Transformation zum Lösungsanbieter wirklich ankommt, und inwiefern die Ergebnisse des erfolgreich abgeschlossenen Transferprojekts darauf einzahlen können.

Ausgangslage des Projekts

Das Ziel des Transferprojekts stellte einen technologisch validierten, praxistauglichen Ansatz zur Entwicklung von hybriden Geschäftsmodellen im industriellen Service dar. Daraus sollte anschließend eine allgemeingültige Roadmap für Anlagenhersteller abgeleitet werden, welche im Rahmen eines Transformationsprozesses die Entwicklung neuer hybrider Dienstleistungen unterstützt.

Zur Gewährleistung der Praxistauglichkeit beschränkte sich der Betrachtungsrahmen auf einen konkreten Anwendungsfall des Unternehmens. Das bedeutet, dass zunächst ein ausgewählter Anlagentyp für die prototypische Realisierung des Projektergebnisses diente. Das angestrebte Ziel des Transferprojekts wurde zu Beginn mit einer technologieorientierten Herangehensweise beschrieben. Dabei wurde die (Weiter-) Entwicklung und Konkretisierung von bestehenden Condition Monitoring- sowie neuen Predictive Maintenance-Ansätzen fokussiert. Der Anlagenhersteller setzte voraus, dass die zusätzliche Ausrüstung von cyber-physischen Systemen der Anlagen sowie eine Früherkennung von verschleißbedingten Fehlern den Kundenbedürfnissen voll entsprechen würde. Ein standardisiertes Repertoire an Sensorik zur Erfassung von Betriebs- und Zustandsdaten an jeder neuen Anlage bildet hierfür bereits die Basis. Die mittels Sensoren erfassten Daten wurden bislang allerdings nicht systematisch ausgewertet: Kundenseitige Restriktionen bezüglich Remote-Zugriffen gestatteten zumeist nur den Einsatz durch Servicetechniker vor Ort. Störungsmeldungen erfolgten demnach auf manuellen Zuruf durch den Kunden, wodurch die Nutzung verfügbarer Daten fast ausschließlich reaktiv und isoliert voneinander möglich war – Anlagenstillstände, Qualitäts- und Verfügbarkeitsverluste waren unvermeidbar. Aus diesem Grund sollte im Rahmen des gemeinsamen Projekts eine Lösung entwickelt werden, welche den Zugriff auf Daten vorantreibt und ungeplante Stillstände in Zukunft weiter reduziert. Diese Lösung sollte abschließend als tragfähiges hybrides Geschäftsmodell prototypisch umgesetzt werden, idealerweise in Zusammenarbeit mit einem Kunden des Anlagenherstellers.

Durchführung des Projekts

Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Meilensteine durchlaufen (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1: Meilensteinplanung des Transferprojekts

Initialisierung des Projekts	Abgrenzung des Betrachtungshorizonts und Definition der grundsätzlichen Rahmenbedingungen des Projekts sowie relevante Informationen bezüglich Sensorik, IT-Infrastruktur, Prozesse, Vertriebsmodell und Dokumentationen abgestimmt
Anforderungen an hybride Dienstleistung definiert	Durchführung von Workshops beim Unternehmen zur detaillierten Prozessaufnahme, um Dienstleistungssituation zu erfassen und Schnittstellen zum Kunden zu identifizieren. Die Ist-Prozesse wurden analysiert und entsprechende Dienstleistungspotentiale aufgezeigt. Darauf aufbauend fanden Geschäftsmodell-Workshops statt.
Hybride Dienstleistung in Ausbaustufen aufgezeigt	Konkretisierung und Bewertung der erarbeiteten Geschäftsmodellideen. Abwägung der Umsetzbarkeit der identifizierten Maßnahmen und neuen Dienstleistungskonzepten im Unternehmen. Tool zur Bewertung jedes Ansatzes hinsichtlich Attraktivität und Umsetzbarkeit.
Abschlussveranstaltung und Ergebnispräsentation	Handlungsempfehlungen vor dem Hintergrund eines realistischen Zeitrahmens. Allgemeingültiger Leitfaden zur Entwicklung hybrider Dienstleistungen.

Der erste Meilenstein beinhaltete die Initialisierung des Transferprojektes und eine Abgrenzung des Betrachtungshorizonts. Hierbei wurden die grundsätzlichen Rahmenbedingungen des Projekts definiert und relevante Informationen bezüglich Sensorik, IT-Infrastruktur, Prozessen, Vertriebsmodell und Dokumentationen abgestimmt. Um die Praxistauglichkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde eine repräsentative Anlage bestimmt. Diese sollte zur Validierung entweder beim Unternehmen oder bei einem geeigneten Kunden nach Absprache betrieben werden, um reale Daten zu erzeugen. Darauf aufbauend wurden Potentiale aufgezeigt, die durch die Digitalisierung und erweiterte Datenauswertung erreicht werden können.

Um den zweiten Meilenstein zu erreichen – der Definition von Anforderungen an hybride Dienstleistungen – wurden mehrere Workshops beim Unternehmen durchgeführt. Diese dienten zum einen der detaillierten Prozessaufnahme, um die aktuelle Dienstleistungssituation zu erfassen. Zum anderen konnten aktuelle Schnittstellen zum Kunden identifiziert werden. Die aufgearbeiteten Ist-Prozesse wurden analysiert und entsprechende Dienstleistungspotentiale identifiziert. Darauf aufbauend fanden Geschäftsmodell-Workshops statt. Diese lenkten den Fokus auf den Kunden, indem je Kundenseg-

ment dessen wertschöpfende Aufgaben sowie Herausforderungen erarbeitet wurden. Dabei bieten sich Kreativitätsmethoden wie das „Design Thinking“ sehr gut an. Über einen angeleiteten Kreativprozess versetzen sich Workshopteilnehmer in die Sicht des Kunden beziehungsweise in eine Beobachter-Rolle und skizzieren charakteristische Merkmale der Kundensegmente, spezifische Herausforderungen sowie Bedürfnisse. Diese Herangehensweise führt zu einem klareren Blick auf die „Pains & Gains“ der Kunden und erleichtert die Ausformulierung einer Zielsetzung für zukünftige Lösungen. Hierbei können geeignete Methoden herangezogen werden, welche sich im Bereich der Geschäftsmodellentwicklung bereits bewährt haben, wie der Business Model Navigator nach Gassmann und Frankenberger et al. [12], indem u. a. zentrale Punkte eines funktionierenden Geschäftsmodells konkret zu beantworten sind (siehe Abbildung 2). Selbstverständlich ist jedem Unternehmen bewusst für welche Kunden es welchen Wert generiert. Jedoch fördert der konzentrierte Fokus auf Zielgruppen (Wer?), Nutzenversprechen (Was?), Leistungserbringung (Wie?) sowie die Ertragsmechanik (Wert?) in einem kreativen Umfeld die Identifikation von bisherigen „Lösungslücken“. Sensibilisiert auf Kundenbedürfnisse und auf die Kernkompetenzen des eigenen Unternehmens, können neue Geschäftsmodellideen generiert und in der Gruppe diskutiert und ausformuliert werden.

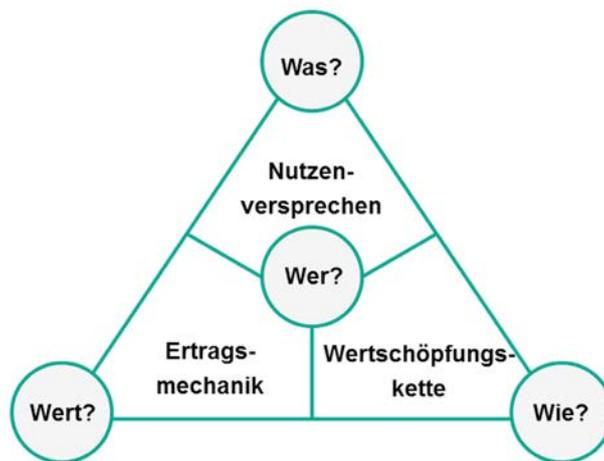


Abbildung 2: Zentrale Felder eines Geschäftsmodells in Anlehnung an [12]

Um den dritten Meilenstein zu erreichen, wurden zunächst die gesammelten Geschäftsmodellideen weiter ausgearbeitet und bewertet. Nachdem erarbeitet wurde, über welche Maßnahmen die identifizierten Kundenbedürfnisse optimal adressiert werden können, stand nun die Umsetzbarkeit im Unternehmen im Fokus. Dem Unternehmen wurde hierfür ein Tool zur Hand gegeben, welches jede Idee einer Bewertung hinsichtlich Attraktivität und Umsetzbarkeit unterzieht. Dieses Vorgehen ist essentiell, da die Gegenüberstellung aller Ideen in einer Vorabbewertung beispielsweise Detailierungslücken

aufzeigt und eine weitere Ausformulierung einzelner Ideen notwendig macht. Erst wenn alle Ideen ausreichend beschrieben sind und die Bewertung vollzogen ist, kann eine sinnvolle Priorisierung der Ansätze erfolgen. Hierbei unterstützt eine Bewertung und Visualisierung in Form eines Portfolio-Diagramms in Anlehnung an Pfeiffer [13] (siehe Abbildung 3).

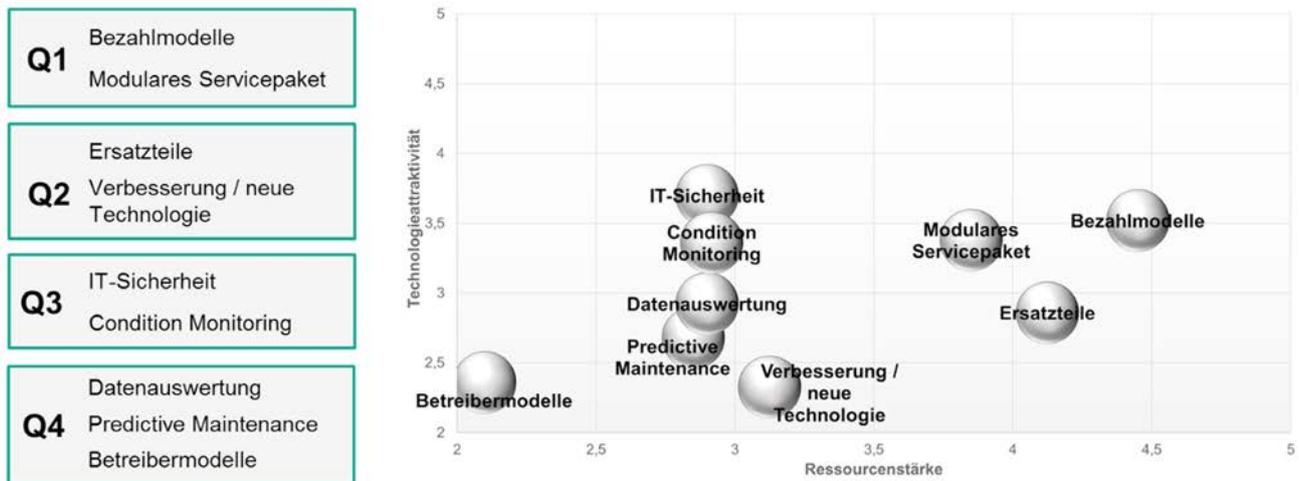


Abbildung 3: Portfolioanalyse unterschiedlicher Geschäftsmodellideen in Anlehnung an Michalik et al. [14]

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, wurden für diese Darstellung einzelne Cluster für verwandte Ideen erstellt. Die beiden Dimensionen „Umsetzbarkeit“ und „Attraktivität“ setzen sich aus mehreren Bewertungskriterien zusammen. Nach Durchführung der Bewertung zeigte sich im speziellen Fall des Anlagenherstellers, dass das Unternehmen im Bereich des Ersatzteilmanagements bereits gut aufgestellt ist und die entsprechende Ressourcenstärke zur Umsetzung der dem Cluster zugeordneten Ideen vorweist (Personal, Know-How, Budget). Weiter ist zu erkennen, dass Ansätze im Bereich der prädiktiven Instandhaltung zwar vom Unternehmen als sehr lukrativ bzw. attraktiv zu bewerten sind, die Umsetzbarkeit jedoch zum aktuellen Zeitpunkt fraglich und mit massiven Investitionen verbunden ist. Dies begründet sich beispielsweise in der mangelnden Erfahrung hinsichtlich der Analyse von Verschleißdaten und der Ableitung von validen Handlungsempfehlungen für prädiktive Instandhaltungsstrategien. Weiter setzen prädiktive Maßnahmen spezielle Anforderungen an die IT-Infrastruktur sowie an die Verarbeitung von Zustandsinformationen. Aus den Zwischenergebnissen wird deutlich, dass die erarbeiteten Ideen für neue hybride Geschäftsmodelle unterschiedliche Komplexitätsgrade aufweisen und damit auch entsprechende Anforderungen an das Unternehmen stellen. Aus Sicht der individuellen Ressourcenstärke des Unternehmens scheint daher die Umsetzung von Ideen mit geringeren Investitionen folglich der Weg des geringsten Widerstands zu sein. Aus der Warte der Attraktivität, welche auch den Kundennutzen

einbezieht, stellten sich in der Portfolioanalyse jedoch jene Ideen als vielversprechend heraus, welche tendenziell einen höheren Umsetzungsaufwand voraussetzen. Welche Idee sollte nun mit höherer Priorität weiterverfolgt werden? Diese Frage wird weiter erschwert durch die Heterogenität der Ergebnisse aus dem Ideen-Workshop: Während ein Ansatz beispielsweise den Einsatz einer innovativen Technologie verfolgt, basieren andere Ideen auf der Etablierung modularer Service-Bausteine. Die identifizierten Kundenbedürfnisse werden demnach auf verschiedenen Ebenen adressiert, was eine Gegenüberstellung erschwert und eher an den Vergleich von „Äpfeln und Birnen“ erinnert.

Um eine strukturierte Zuordnung und Beurteilung der Ideen zu ermöglichen, wurde zum einen über eine Einfluss-Relevanz-Analyse die Abhängigkeiten der Ideen untereinander bewertet. Zum anderen wurden die verschiedenen Ansätze in aufeinander aufbauenden Ebenen gegliedert. Die vereinfachten Ergebnisse der Einfluss-Relevanz-Analyse sind in Abbildung 4 dargestellt. Das Diagramm ist so zu verstehen, dass jene Cluster, welche sich rechts oben befinden, einen hohen Rang in der Aktivsumme (Wie stark beeinflusst ein Einflussfaktor die anderen Faktoren?) sowie einen hohen Rang in der Passivsumme (Wie stark wird ein Einflussfaktor vom Gesamtsystem beeinflusst) aufweisen.

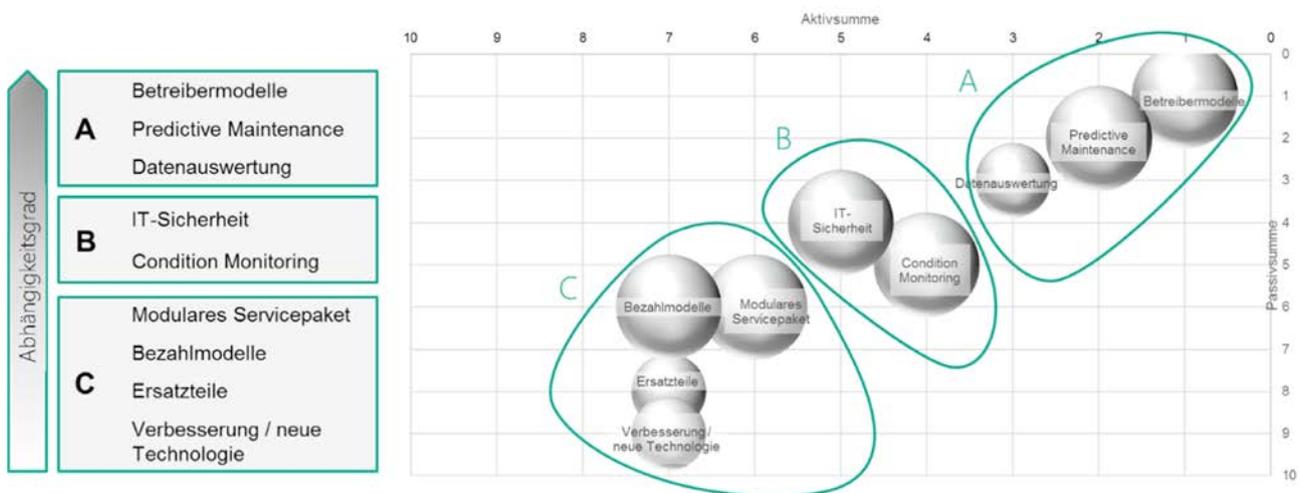


Abbildung 4: Einfluss-Relevanz-Analyse der Geschäftsmodellideen

Dementsprechend befinden sich links unten im Diagramm Ansätze, welche einen geringen Einfluss auf andere Bereiche zeigen. Konkret kann aus dem Ergebnis geschlossen werden, dass Condition Monitoring oder Predictive Maintenance Ansätze einen wesentlichen Beitrag in der Umsetzung anderer Ideen leisten (hoher Rang der Aktivsumme). Jedoch wird die erfolgreiche Umsetzung auch von vielen Faktoren beeinflusst (hoher Rang der Passivsumme). Dementsprechend verhalten sich Ansätze im unteren Bereich umgekehrt: Diese können mit verhältnismäßig geringem Aufwand entwickelt und erprobt werden, da sie sich durch eine geringe Abhängigkeit zu anderen Faktoren

auszeichnen und somit prototypisch leichter umzusetzen sind. Weiter erfolgte eine Zuordnung der Ansätze in einem eigens entwickelnden Ebenen-Modell, da – wie bereits angedeutet – beispielsweise Ideen hinsichtlich neuer Betreibermodelle nicht direkt mit dem Einsatz neuer Technologien gleichgesetzt und sinnvoll verglichen werden können.

Ergebnis des Projekts – Die Morphologische Innovationslandkarte

Im Zuge der Projektdurchführung haben sich neue Perspektiven eröffnet: Vor allem die Analyse der „Pains & Gains“ des festgelegten Kundensegments zeigte, dass eine große Schnittmenge der identifizierten Anforderungen über Lösungen bedient werden kann, welche auf bereits vorhandene Ressourcen und Kompetenzen des Unternehmens aufbauen. Verallgemeinernd lässt sich zudem ableiten, dass insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen bestimmte Vorarbeiten zu leisten sind, bevor neue Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle auf Basis von prädiktiven und datenbasierten Ansätzen wirtschaftlich umsetzbar sind. Die Zwischenergebnisse legten eine Neupriorisierung nahe, die zunächst die Entwicklung von hybriden Dienstleistungen favorisiert, welche mit geringerem Aufwand umzusetzen sind, Kundenbedürfnissen in optimaler Weise entsprechen und gleichzeitig die Grundlage für weitere, komplexere Dienstleistungen darstellen. Die grundlegende Zielformulierung eines rein instandhaltungs-basierenden Geschäftsmodells wich somit einem Konzept, welches die vorhandenen Ressourcen und Kompetenzen des Unternehmens eindeutig adressiert und somit die Umsetzung erleichtert. Dieser Erkenntnisgewinn findet sich auch in dem angestrebten Ergebnis einer allgemeingültigen Roadmap für Anlagenhersteller wieder, indem mit Hilfe unterschiedlicher Methoden Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, welche die Entwicklung hybrider Dienstleistungen als mehrstufigen Prozess beschreiben. Jede erfolgreich umgesetzte Stufe spiegelt die Entwicklung und/oder Optimierung von Dienstleistungen wider, die einerseits einen Mehrwert für das anvisierte Kundensegment bietet und zum anderen ein wichtiges Puzzleteil für die Realisierung von komplexeren hybriden Geschäftsmodellen darstellt. Das Ergebnis des Transferprojekts ist in Form einer Morphologischen Innovationslandkarte dargestellt, welche die jeweiligen Inhalte hinsichtlich ihres Komplexitäts- sowie Aggregationsgrads unterscheidet (siehe Abbildung 5). Dieses methodische Werkzeug soll kleine und mittelständische Unternehmen unterstützen, eigenständig innovative Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu realisieren.

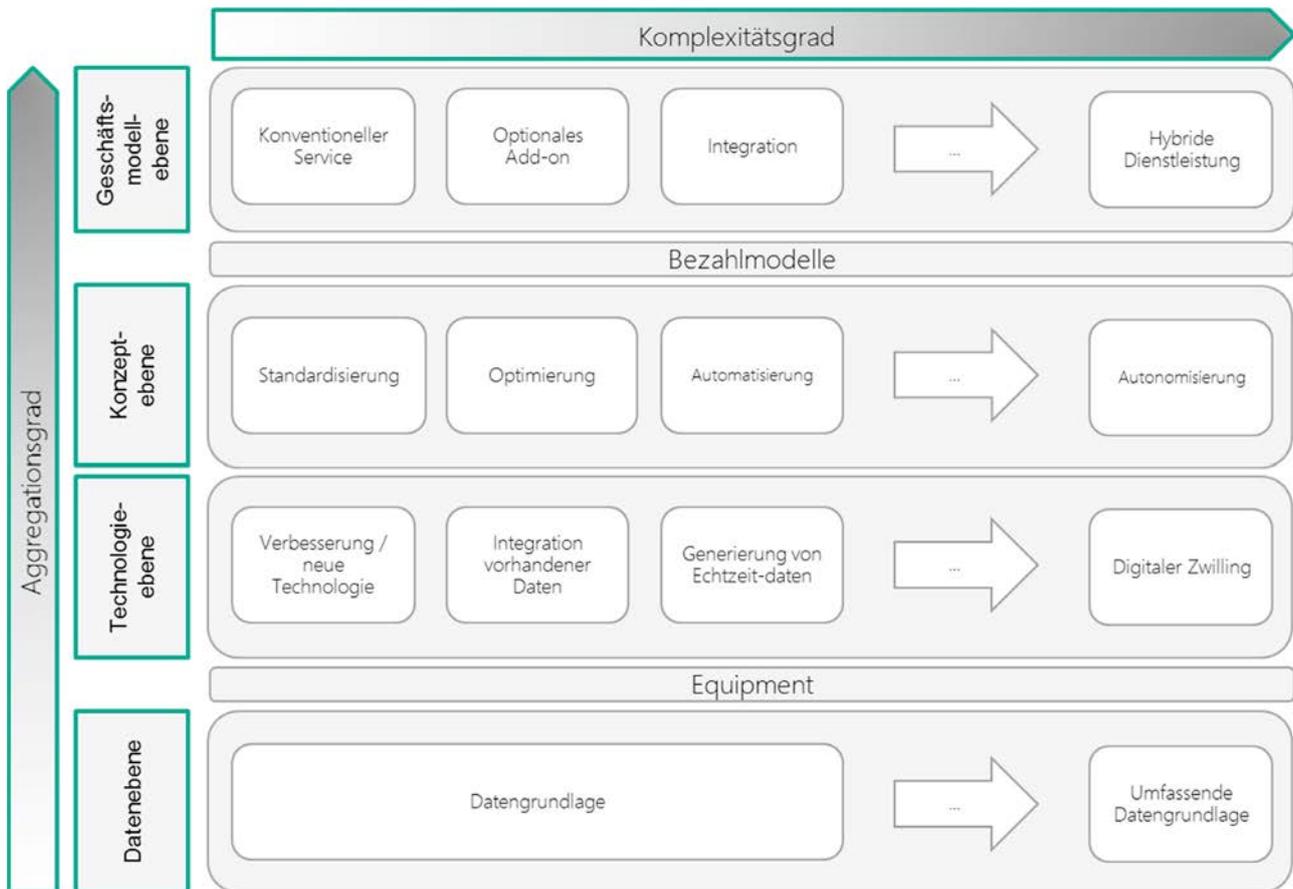


Abbildung 5: Ausbaustufen eines hybriden Geschäftsmodells (Beispiel)

Sämtliche Ideen und Ansätze für innovative hybride Geschäftsmodelle können in den dargestellten Kategorien und Ebenen eingebracht und in Abhängigkeit des jeweiligen Innovationsgrads dargestellt werden. Die Morphologie ist so zu verstehen, dass in vertikaler Anordnung Ebenen mit steigendem Aggregationsgrad dargestellt werden. Erst die Kombination von Elementen einer jeden Stufe beschreibt die notwendigen Bestandteile. In horizontaler Richtung steigt innerhalb einer Ebene der Komplexitätsgrad, der demnach bei konventionellen Elementen beginnt und bis hin zur größtmöglichen identifizierten Innovation weiterentwickelt wird. In diesem Zusammenhang ist die Homogenität zwischen ausgewählten Elementen der vertikalen Ebenen zu berücksichtigen, sodass diese zwar nicht immer zwingend gleich, aber immerhin schrittweise simultan verlaufen sollten. Ausgehend davon sind geeignete Ansatzpunkte zu identifizieren, anhand derer sukzessive ein hybrides Geschäftsmodell aufzubauen ist. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Ausbaustufen im Sinne eines zunehmenden Reifegrads zu verstehen. Das bestehende Produktportfolio kann so um Dienstleistungen im Kontext der Instandhaltung zu einem Produkt-Service-System im Sinne eines hybriden Geschäftsmodells erweitert und schrittweise ausgebaut werden. Darüber hinaus können die jeweiligen

Elemente mithilfe einer Roadmap in eine chronologische Reihenfolge logischer Folgeaktivitäten angeordnet werden.



Abbildung 6: Roadmap zur Entwicklung hybrider Dienstleistungen

Die Roadmap ist als vereinfachtes Vorgehensmodell zu verstehen, welches schrittweise zur Erweiterung der zuvor vorgestellten Innovationslandkarte führt. Die praktischen Erfahrungen während der Entwicklung hybrider Dienstleistungen fließen in die Roadmap ein und resultieren schlussendlich in einem sechsstufigen Modell:

- 1) **Untersuchungsrahmen und Ziele definieren:** Zu Beginn muss eine umfassende Umfeldanalyse durchgeführt und Ziele abgeleitet werden. Zu Gunsten der Effizienz empfiehlt es sich einen Teilbereich oder ein konkretes Produkt (bspw. eine spezifische Anlage) als Entwicklungsbasis festzulegen.
- 2) **Aktuelle ist-Situation erfassen:** Produktbezogene Dienstleistungen sowie relevante Prozesse müssen identifiziert und erfasst werden. Gleichzeitig erfolgt eine Konkretisierung der adressierbaren Kundensegmente sowie der Kernkompetenzen des Unternehmens.
- 3) **Kundenbedürfnisse ableiten & Potentiale identifizieren:** Von den Zwischenergebnissen ausgehend folgt nun die Erarbeitung von potentiellen Handlungsfeldern, welche sich vor allem aus dem Spannungsfeld aktueller Kundenbedarfe und dem vorhandenen Angebots-Portfolio ergibt. Kreativitätstechniken wie Design Thinking, Brainstorming und der Einsatz des Business Model Navigators ist hier empfehlenswert.
- 4) **Geschäftsmodellideen entwickeln und bewerten:** Die Ergebnisse aus dem dritten Schritt enthalten in der Regel Ideen unterschiedlicher Detaillierung und Komplexität. Die Morphologische Innovationslandkarte bietet die Möglichkeit zur Zuordnung der Ideen in Bereiche wie Geschäftsmodelle, Konzepte oder technologische Neuerungen. Gleichzeitig unterstützt diese Methode bei der Komposition der unterschiedlichen Ideen zu konkreten Schritten, welche aus mehreren Ideen bestehen können. Bspw. kann eine neue Geschäftsmodellidee oft auch auf neuen Technologien basieren, welche wiederum unterschiedliche Dienstleistungskonzepte ermöglichen.

Zusätzlich erfolgt eine erste Vorabbewertung hinsichtlich wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und Marktattraktivität mit Hilfe eines Ideenportfolios.

- 5) **Priorisierung & individuelle Roadmap:** Nach einer ersten Bewertung kann nun die Ausgestaltung jener Ideen erfolgen, welche vorab als vielversprechend identifiziert wurden. Neben der Konkretisierung der Innovationslandkarte erfolgt eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.
- 6) **Umsetzung und Evaluierung:** Die somit entwickelte Innovationslandkarte basiert abschließend auf konkreten Wirtschaftlichkeitsanalysen und wurde auf Komplexität sowie Aggregationsgrad geprüft. In jedem der Felder der Innovationslandkarte stehen schließlich ausgearbeitete Ideen, welche der jeweiligen Ebene zugeordnet wurde. Die Umsetzung dieser Ideen erfolgt beginnend mit der niedrigsten Komplexität, um umsetzbare Schritte mit überschaubarem Investitionsumfang zu gewährleisten. Aufgrund der zuvor durchgeführten Bewertungen und Priorisierung, bildet jede umgesetzte Handlungsempfehlung die Grundlage für Folgeschritte.

Im Rahmen des Transferprojekts wurde insbesondere das Ersatzteilmanagement als individuelle Kernkompetenz des Unternehmens ausgemacht, aus der sich aus wirtschaftlicher Perspektive neue Serviceansätze sinnvoll ableiten lassen. Von dieser ausgehend soll das Serviceportfolio sukzessive ausgebaut werden, um bestehende Stärken beizubehalten und weiter auszubauen. Bevor im Sinne der Morphologischen Innovationslandkarte auf der Geschäftsmodellebene der zweite Schritt erreicht werden sollte, sind zunächst die jeweils ersten Schritte der übrigen Ebenen zu gewährleisten. So ist – die Kernkompetenz Ersatzteilmanagement betrachtend – im Rahmen der Konzeptebene die Standardisierung der gegenwärtigen Prozesse zu berücksichtigen. Bevor eine Optimierung oder ggf. eine Automatisierung der Abläufe realisiert werden kann, stellt die Standardisierung eine zwingende Grundlage dafür dar. Für die auf einem niedrigerem Aggregationsgrad angesiedelte Technologieebene setzt dies unter Umständen eine Verbesserung oder eine neue Technologie (wenn auch nicht zwingend) voraus. Die Elemente der Datenebene werden aufgrund des niedrigen Aggregationsgrads nicht direkt benannt, der Umfang steigt jedoch mit zunehmender Komplexität. Auf diese Weise können anhand der Morphologischen Innovationslandschaft die nächsten sinnvollen Schritte für den Ausbau des Serviceportfolios beschrieben werden. Die empfohlenen Folgeschritte orientieren sich dabei an der Morphologischen Innovationslandschaft. So beschreibt der erste Schritt grundsätzlich die Vereinheitlichung aller vorhandener Prozesse im Rahmen der konventionellen Services. Hier können mit überschaubarem Aufwand bereits vorhandene Daten genutzt werden, um beispielsweise automatisierte Status-Meldungen bezüglich bevorstehender Planabweichungen zu generieren. In einem zweiten Schritt kann die vorhandene Datengrundlage dahingehend genutzt werden, dass durch das Abschätzen einer potentiellen Bauteillebensdauer Empfehlungen hinsichtlich eines ggf. notwendigen Ersatzteils ausgesprochen werden kann. Der dritte Schritt beschreibt die Integration von Echtzeitdaten und bedient somit die ursprüngliche technische Zielset-

zung des gesamten Projekts. Durch die Überwachung des gegenwärtigen Verschleißzustands kritischer Maschinenkomponenten kann in Kombination mit bereits vorhandenen Daten schließlich das Abschätzen einer realistischen Bauteillebensdauer erfolgen.

Lessons Learned: Worauf es wirklich ankommt

Die Digitalisierung und Vernetzung von Unternehmen führt zu immer komplexeren Wertschöpfungsnetzwerken, welche den steigenden Anforderungen hinsichtlich individualisierter Lösungen bei gleichzeitig anwachsender Komplexität von Produktionssystemen durch unternehmensübergreifende Ansätze gerecht werden können. Das in diesem Beitrag vorgestellte Transferprojekt adressiert dieses Thema, indem es gemeinsam mit einem mittelständischen Anlagenhersteller eine Roadmap für neue hybride Geschäftsmodelle entwickelt hat. Unternehmen, welche die erfolgreiche Transformation zum Lösungsanbieter durchschritten haben, sind in der Lage neue Technologien und digitale Potentiale für sich nutzbar zu machen und sich durch hybride Dienstleistungen und Geschäftsmodelle von der Konkurrenz abzuheben. Im Kontext der Industrie 4.0 sind insbesondere datenbasierte Geschäftsmodelle, also die Integration von Daten in Wertschöpfungsprozesse, eine hohe Konnektivität zu Kunden und Plattformen, sowie das Verständnis von Daten als wertvolles Gut wesentliche Erfolgsfaktoren.

Doch obgleich deutsche Mittelständler ohne Zweifel immer wieder ihr Können unter Beweis stellen und sich der ökonomischen Bedeutung von industriellen Dienstleistungen und Lösungskonzepten bewusst sind, wird das Potential von IPSS selten zufriedenstellend erreicht oder der Mehrwert vom Kunden nicht wahrgenommen. Die Folge sind Marktergebnisse, welche hinter den Erwartungen liegen und Kunden mit wenig Bereitschaft für neue Dienstleistung zu bezahlen. Die Gründe dafür sind vielschichtig, da ein Transformationsprozess zum einen nicht einzelne Bereiche, sondern langfristig das gesamte Unternehmen und dessen Organisationsstrukturen betrifft. Diese Komplexität, aber auch Sicherheitsbedenken und hohe Investitionskosten lassen viele – insbesondere kleine und mittelständische – Unternehmen zögern [15]. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass angesichts dieser Unsicherheiten trotz der geschätzt hohen Potentiale hybrider Geschäftsmodelle und IPSS häufig die Wirtschaftlichkeit infrage gestellt wird. Diese und die im hier vorgestellten Transferprojekt gesammelten Erkenntnisse werden nachfolgend aufgeführt:

- 1) **Digitalisierung nicht um jeden Preis:** Dass Unternehmen angehalten sind, sich mit aktuellen Trends und Entwicklungen auseinanderzusetzen, steht außer Frage. Gelingt es einem Anlagenhersteller sich beispielsweise frühzeitig Schrittmachertechnologien zunutze zu machen, kann dies durch den technologischen Vorsprung mittelfristig Marktanteile sichern. Der Megatrend Digitalisierung und die damit einhergehende radikale Technologisierung und Vernetzung von Produktions- und Organisationsstrukturen sowie Unternehmensprozessen ist mittlerweile keine Zukunftsvi-

sion mehr und zählt vielmehr zu den Charakteristika eines modernen Unternehmens. Allerdings darf keine Digitalisierung des „Digitalisierens“ willen stattfinden, sondern muss auf einer sorgfältig vorbereiteten Entscheidungsgrundlage beruhen. Es ist keinem geholfen, wenn technische Außendienstmitarbeiter mit Tablets ausgestattet werden und diese aufgrund mangelhafter Implementierung der Prozesse letztendlich nicht genutzt werden. Ebenso wenig entspricht es nicht dem wirtschaftlichen Bestreben Anlagen mit noch mehr Sensoren und Intelligenz auszustatten, wenn der Kunde den Preis letztendlich nicht dafür zahlen möchte. Dementsprechend sollten vorab gründliche Analysen auf Prozess-, Produkt- oder auf Geschäftsmodellebene durchgeführt werden, um Potentiale der Digitalisierung zu identifizieren und durch geeignete Maßnahmen zu erschließen.

- 2) **Weniger ist mehr:** Der deutsche Anlagen- und Maschinenbau genießt weltweit ein hervorragendes Image. Anlagenhersteller zeichnen sich durch strukturierte Entwicklungsprozesse aus, welche eine hervorragende Produktqualität gewährleisten. Bezüglich der Entwicklung neuer Dienstleistungen oder gar Lösungsbündeln ist hingegen eine weniger formalisierte Herangehensweise die Regel. Zudem verleitet eine häufig vorherrschende technologieorientierte Unternehmensphilosophie dazu, komplexe technische Lösungen voranzutreiben in dem Glauben den Marktbedarf optimal zu treffen. Selbstverständlich führen aufwändige technische Lösungen zu höheren Investitionen, welche sich letztendlich im Markt tragen müssen. Wenn Unternehmen vorab ihre Zielgruppen und die jeweiligen Anforderungen sowie Bedürfnisse analysieren, können eventuell weniger investitionsintensive Ansätze den gleichen Erfolg erzielen.
- 3) **Daten sind wertvolle Ressourcen:** Allen voran hat die vierte industrielle Revolution das Augenmerk auf immer effizientere und leistungsfähigere Technologien gelegt, welche in Kombination mit innovativen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen enorme Potentiale im Anlagen- und Maschinenbau eröffnet haben. Was hierbei jedoch häufig kaum Beachtung findet ist die Tatsache, dass viele Unternehmen ihre Prozesse immer noch mit Hilfe gigantischer Excel-Tabellen und schier unzähligen Netzwerkordnern organisieren. Ein „Single Point of Truth“, in dem alle relevanten Daten von z.B. Fertigungsaufträgen, Kundendaten oder Entwicklungsprojekten in einer einheitlichen und strukturierten Weise vorliegen, ist noch nicht in allen Ecken des Mittelstands vorgedrungen. Doch auch selbst wenn moderne ERP- oder CRM Systeme längst Einzug in viele Unternehmen gefunden haben, werden die darin befindlichen Daten häufig nicht für die Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle weiterverwendet. So stellte sich in dem eingangs vorgestellten Transferprojekt heraus, dass viele Kundenbedürfnisse im Bereich des Ersatzteilmanagements anzusiedeln sind. Die in Workshops erarbeiteten Lösungen dazu nutzen bereits bestehende Daten, um zukünftige Ersatzteilbedarfe zu prognostizieren und den gesamten Beschaffungsprozess bis zum Zeitpunkt der Zustellung für den Kunden transparent abzubilden. Ähnlich verhält es sich mit Prozessdaten von Produkti-

onssystemen, welche bereits vorliegen und bislang nur teilweise für wertschöpfende Tätigkeiten verwendet werden.

- 4) **Transformation – evolutionär und nicht disruptiv:** Für mittelständische Unternehmen mit klassischen produktorientierten Geschäftsmodellen käme der Schritt zum reinen Lösungsanbieter zu früh. Die notwendigen Investitionen würden sich erst mittel- bis langfristig amortisieren und stellen daher meist ein hohes finanzielles Risiko dar. Hierzu zählen im Kontext neben industriellen Dienstleistungen auch das notwendige Erfahrungswissen, um Lösungen auf Basis prädiktiver Analysen überhaupt zu ermöglichen. Ein Transformationsprozess zum Lösungsanbieter muss demnach in kleinen und realistischen Schritten erfolgen und kann mit der modularen Entwicklung von Service-Bestandteilen kombiniert werden. Im Sinne digitaler Geschäftsmodelle sollte die Standardisierung von Unternehmensprozessen ganz oben auf der To-do-Liste stehen. Denn wie die Analyse von industriellen Dienstleistungsprozessen zeigte, verhindern intransparente und unregelmäßige Abläufe häufig eine Digitalisierung. Demnach muss eine Transformation zunächst einmal mit der Analyse und Standardisierung der Unternehmensprozesse beginnen. Mit Hilfe digitaler Technologien kann in weiteren Schritten eine Optimierung dieser erfolgen. Aufwändige Ansätze im Bereich Data Analytics und Digital Services sowie die Integration von Echtzeitdaten sollten erst im Anschluss im Fokus stehen. Durch den sukzessiven Ausbau des Dienstleistungsportfolios können Unternehmen auch wertvolle Erfahrungen sammeln, Kunden durch den geschaffenen Mehrwert stärker an sich binden und wertvolle Daten zur kontinuierlichen Verbesserung der eigenen Produkte beziehen. Der stetige Erfahrungsgewinn führt automatisch zu einer Annäherung der Rolle eines Lösungsanbieters.
- 5) **Transformation des Managements:** Industrielle Produkt-Service Systeme (IPSS), also die individualisierte Bedürfnisbefriedigung des Kunden im Anlagen- und Maschinenbau setzt einen gewissen Digitalisierungsgrad eines Lösungsanbieters voraus. In Form hybrider Geschäftsmodelle werden alle relevanten Abläufe so gestaltet, dass IPSS auf den Kunden zugeschnitten werden können und einen erkennbaren Mehrwert gegenüber herkömmlichen kombinierten Produkt/Service Lösungen bieten. Diese Art der Wertschöpfung bedarf allerdings einer integrierten Entwicklung von Produkt und Dienstleistung. Entlang des Innovationsprozesses und auch im operativen Geschäft ist interdisziplinäre Zusammenarbeit mehr denn je gefragt und wird erheblich durch eine langfristige, proaktive und ganzheitliche Unternehmensstrategie gefördert. Dazu gehört auch der Wille in neue Projekte zu investieren und Mitarbeiter auf dem Weg der Transformation durch beispielsweise Schulungen und Weiterbildungen mitzunehmen. Denn letztendlich bedeutet die ganzheitliche Veränderung des Unternehmens auch eine sich wandelnde Arbeitswelt. Daher ist der Erfolg der Transformation zum Lösungsanbieter nicht zuletzt von der Transformation des Managements abhängig [16], welche die Trends der Digitalisierung und Kundenorientierung erkennt, Ziele ableitet und geeignete Strategien in die Tat umsetzt. Ein praktikabler Ansatz

kann die Betrachtung nach dem Dortmunder Management Modell nach Henke et al. liefern, welche insbesondere bei der Konzeption und Umsetzung von Transformationsprozessen im Rahmen der Digitalisierung unterstützt und im Bereich Technologie, Mensch, Organisation und Information entlang verschiedener Ebenen eine hilfreiche Orientierungsgrundlage liefert [17].

Disclaimer

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik, welches durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. www.innovationslabor-logistik.de

Literaturverzeichnis

1. Wall Street Journal: The Billion Dollar Startup Club. What's the world's most highly valued startup? Explore the Billion Dollar Startup Club, www.wsj.com/graphics/billion-dollar-club/, zuletzt aufgerufen am 07.09.2018
2. Bundesministerium für Bildung und Forschung: Zukunftsbild „Industrie 4.0“ (2013)
3. Michalik, A., Bärenfänger-Wojciechowski, S.: Hybride Geschäftsmodelle: "Neue Player vs. alte Industrie" – wer im digitalen Monopoly gewinnt und wer verliert. In: Henke, M. (ed.) Best practices for smart maintenance. InFo, Instandhaltungsforum 2017 : 06.-07. April 2017, Dortmund, pp. 70–80. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund (2017)
4. Chesbrough, H.: Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. Long Range Planning 43, 354–363 (2010)
5. Flavius Sturm, Alexandra Bading, Michael Schubert: Investitionsgüterhersteller auf dem Weg zum Lösungsanbieter (2007)
6. acatech: Smart Maintenance für Smart Factories. Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben. Utz, München (2015)
7. Alexandra Fiedler, Christoph Krieger, Dirk Sackmann und Heiko Wenzel-Schinzer: RMI 4.0: Ein Reifegradmodell für den Mittelstand. Industrie Management 2018, 48–52 (2018)
8. Obdenbusch, M.: Referenzarchitektur für cloudbasiertes Condition Monitoring am Beispiel von Verpackungsmaschinen. Apprimus Wissenschaftsverlag, Aachen (2018)

9. Djellal, F., Gallouj, F.: The handbook of innovation and services. A multi-disciplinary perspective. Edward Elgar, Cheltenham (2010)
10. Michalik, A., Förster, F.: Vom Hersteller zum Lösungsanbieter: . Predictive Maintenance als Schlüssel für hybride Geschäftsmodelle. Jahrbuch Instandhaltungstage 2018, 140–143
11. Bullinger, H.-J.: Handbuch Unternehmensorganisation. Strategien, Planung, Umsetzung. Springer, Berlin (2009)
12. Gassmann, O., Frankenberger, K., Csik, M.: Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Hanser, München (2017)
13. Pfeiffer, W.: Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen (1991)
14. Michalik, A., Möller, F., Henke, M., Otto, B.: Towards utilizing Customer Data for Business Model Innovation: The Case of a German Manufacturer. Procedia CIRP 73, 310–316 (2018)
15. Steffen Wischmann, Leo Wangler, Alfons Botthof: Industrie 4.0. Volkswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm (2015)
16. Henke M.: Management der Industrie 4.0. Jahrbuch Logistik 2016 2016, 124–125 (2016)
17. Henke, M., Besenfelder, C., Kaczmarek, S., Hettterscheid, Endric, Schlüter, Florian: Dortmund Management Model – a Contribution to Digitalization in Logistics and Supply Chain Management. In: Kai Furmans, Thomas Wimmer (eds.) Understanding Future Logistics. Models, Applications, Insights, pp. 113–124. Bundesvereinigung Logistik e.V., Bremen (2018)

F3

Globalisierung

Ein Blick auf aktuelle Veränderungen in der globalen Logistikwelt

Vorwort

1. Die Neue Seidenstraße oder wie ein Megaprojekt Eurasien verändert

- 1.1. Strategien der Logistikdienstleister: Kooperation oder Konkurrenz?
- 1.2. Managementkulturen entlang der Neuen Seidenstraße:
die Vielfalt begreifen
- 1.3. Die richtige Weichenstellung: Mythen und Wahrheiten
im 100 Mrd. USD Projekt

2. Die Dienstleistungslandschaft in und um die Logistikwirtschaft

- 2.1. Veränderungen im Zollbereich:
schneller, effektiver und kundenfreundlicher
- 2.2. Digitale Lösungen – perfekt auf ein Problem abgestimmt
- 2.3. Consulting-Experten, die Lücken schließen

3. Wie geht es mit der Logistikwelt weiter – Beispiel Emerging Markets

- 3.1. Russland – die großen Chancen, begleitet von vielen Fragen
- 3.2. Osteuropa – Transportwirtschaft am Wendepunkt – Beispiel Polen

Über den Author

Ein Blick auf aktuelle Veränderungen in der globalen Logistikwelt

Christoph Szakowski, Managing Partner, LogCon East, Wien, Österreich

Vorwort

Die Globalisierung der letzten Jahrzehnte hat enorme Veränderungen in der Logistikwirtschaft hervorgerufen. Dies sieht man, wenn man einige Megatrends (wie der technologische Fortschritt, das Verbreiten der Sharing Economy oder die „Uberisierung“ der Industrie) betrachtet. Genauso verhält es sich, wenn man diese Veränderungen aus dem Blickwinkel einzelner Länder oder Regionen untersucht.

Allen Akteuren in der Transport-, Speditions- und Logistikwelt ist bewusst, welchen Stellenwert dieser ständige Wechsel hat. Mit immenser Kraft wirkt er auf alle Entscheidungsprozesse ein und gestaltet das operative Geschäft teilweise neu. Auch die Strategiebildung in der Logistikwirtschaft wird davon sehr stark berührt.

Möglicherweise ist der Einfluss des Neuen auf jedes Unternehmen unterschiedlich, jedoch für alle Marktteilnehmer gilt: die neuen Trends sollten untersucht und analysiert werden, damit daraus Handlungsalternativen abgeleitet werden können. Die Schlussfolgerung für das Management heißt dann oft auch: Strategien, die noch vor dem Zeitalter der in dieser Publikation beschriebenen Trends ohne weiteres galten, derzeit wesentlich anzupassen und in vielen Fällen sogar komplett neu zu überdenken.

In diesem Beitrag beschäftigen wir uns mit einigen ausgewählten Themenbereichen, die eines gemeinsam haben. Ob die Initiative der Neuen Seidenstraße (One Belt One Road), die von der chinesischen Regierung im Jahre 2011 ausgerufen wurde, oder die unterschiedlichen neuen Dienstleistungsangebote für die Logistikwirtschaft, haben alle den Ursprung in den Kräften der Globalisierung.

Wenn man die Globalisierung als den Prozess der deutlichen Zunahme internationaler Verflechtungen in vielen Bereichen (Wirtschaft, Politik, Kommunikation, um nur einige zu nennen) versteht, wird zuletzt auch deutlich, dass sowohl die oben genannten Themenbereiche (Projekt der Neuen Seidenstraße, neue Dienstleistungsangebote für die Logistikbranche) genauso gut zum Kern dieser Arbeit gehören sollten, wie die Betrachtung einiger aufstrebender Logistikmärkte.

Damit ist auch die Vorgehensweise der Arbeit erläutert und die wichtigsten Fragestellungen angerissen:

1. Wie verändert das Megaprojekt New Silk Road die ganze Region Eurasiens im Hinblick auf Logistikdienstleister, deren Strategien und das Management?

2. Was entsteht derzeit in der Dienstleistungsbranche, deren Kernkundschaft aus Logistik und Spedition stammt, in Bezug sowohl auf digitale als auch auf klassische Lösungsfelder und Produktangebote?
3. Was sind die wichtigen Veränderungen, Chancen, aber auch Risiken in den sogenannten Logistics Emerging Markets am Beispiel Russlands? Was durchlebt derzeit – wie in Polen – ein bereits entwickelter Logistikmarkt?

1. Die Neue Seidenstraße oder wie ein Megaprojekt Eurasien verändert

Als „die Neue Seidenstraße“ oder „Belt and Road“ wird die Initiative der chinesischen Regierung und des Präsidenten Xi Jinping bezeichnet, die 2011 ausgerufen wurde und den Bau von etlichen Infrastrukturprojekten in Eurasien bezeichnet. Ein Budget von rund 900 Milliarden Dollar wird oder ist teilweise schon bereitgestellt worden, um neue Straßen, Zugstrecken, Flughäfen, Industrieanlagen und Logistikzentren zu bauen.

Die Zeichnung illustriert die Geographie dieses Projektes:



Im Folgenden untersuchen wir, wie sich Logistikdienstleister entlang der Neuen Seidenstraße strategisch positionieren und wie sich die Managementkulturen in Eurasien ähneln oder unterscheiden. Wir versuchen auch den inzwischen oft verbreiteten Mythen rund um dieses Megaprojekt auf den Grund zu gehen, um für Logistikdienstleister mehr Klarheit und Planungssicherheit angesichts der „One Belt One Road“ – Thematik zu gewinnen.

1.1. Strategien der Logistikdienstleister: Kooperation oder Konkurrenz?

Selbstverständlich bietet der eurasischer Raum ein sehr großes Potential für die Entwicklung von Logistikdienstleistungen. Alleine die Größe des chinesischen Logistikmarktes wird auf ca. 280 Billionen Yuan geschätzt (44 Billionen USD), so die Angaben eines chinesischen Think Tanks.

Die eurasischer Logistik und der interkontinentale Handel umfassen natürlich noch andere Länder der Region. Dazu gehören Länder, die schon in der Einzelbetrachtung stark ins Gewicht fallen, so stellt der russische Markt mit einem geschätzten Wert von 105 Milliarden EUR (2016) eine beträchtliche Zahl dar, im Vergleich zum deutschen Markt mit einem vom Fraunhofer Institut auf 250 Milliarden EUR geschätzten Wert.

Will man – aus der Vogelperspektive betrachtet – die Strategien der Logistikdienstleister in diesem Marktumfeld systematisch analysieren, so erscheint die folgende Klassifizierung sinnvoll:

1. **Die Strategie der Megaexpansion**, die im Streben nach der globalen Netzwerkerweiterung besteht
2. **Die Kooperationsstrategie**, die oft eine Zusammenarbeit von Logistikern, die eine gleiche oder zumindest ähnliche Geschäftsphilosophie haben, bedeutet
3. **Die Strategie der Innovation**, realisiert durch neue (zumindest wenig verbreitete) Dienstleistungen oder durch ein technologisch/ digital basiertes Produktangebot
4. **Die Strategie der Nischenspezialisierung**.

Folgt man der Definition des Autors, die er bei seiner Präsentation während des „Industry Leaders Strategy Summit“ in Shanghai im Frühjahr 2018 verwendete, so kann man generell die **Strategie** eines Logistikdienstleisters definieren als:

„Den Trick, die Zukunft zu sehen und zu antizipieren. Das Werkzeug, mit welchem die Firmen durch Zeiten der Unsicherheit geführt werden.“

Basierend auf unserer Projekterfahrung kann man auf jeden Fall sagen, dass das Besitzen eines solchen Werkzeugs (= einer Strategie) der Schlüsselfaktor für Logistikdienstleister in der One Belt One Road – Geographie ist.

Wenn wir nun auf die einzelnen Strategien zurückkommen, so lässt sich Folgendes beobachten:

1. **Strategie der Megaexpansion**, die ein Beispiel in der Netzwerkerweiterung des chinesischen Players Kerry Logistics durch die Partnerschaft und teilweise stattgefundene Beteiligung am Zentralasienspezialisten Globallink findet.

Kerry Logistics, ein Unternehmen mit 3 Mrd. EUR Umsatz, welches sowohl Assets als auch ein starkes multimodales Netzwerk in Eurasien besitzt, bezeichnet sich selbst als ein „Integrator“ und Anbieter von globalen Supply Chain Lösungen. Die Megaexpansion mit Globallink, einem faktisch in Kasachstan ansässigen Unternehmen, welches eine breite Expertise in der Projektlogistik, insbesondere in der Region Zentralasiens besitzt, kann nun vorangetrieben werden.

Sicherlich werden folgende Vorteile mit dieser Strategie angestrebt:

1. Geographische Expansion und logistische Abdeckung der Regionen CIS und Zentralasiens.
2. Gemeinsame Entwicklung der Transitcargos.
3. Erweiterung des bereits breiten Dienstleistungsportfolios um wichtige Projektspezifikations-Kompetenz
4. Nicht zuletzt – und sicherlich absehbar der wichtigste Baustein dieser Strategie – die Verwirklichung der Vision eines globalen Footprints.

2. Ein anderes Beispiel, diesmal für eine **Joint-Venture-Strategie** von asiatischen Firmen findet man im Kooperationsabkommen zwischen Nippon Express, dem japanischen integrierten Logistikdienstleister mit KTZ Express, dem kasachischen Anbieter von logistischen Dienstleistungen. KTZ Express (deren Besitzer praktisch die nationale Eisenbahngesellschaft des zentralasiatischen Staates ist) ist insbesondere in multimodalen Transporten sehr stark vertreten.

Diese Kooperation zielt eindeutig auf eine produktspezifische Entwicklung des Eisenbahntransportes ab, bei welcher beide Partner auf eine Optimierung der cross-border Dienstleistung im eurasischen Raum setzen. Dabei stellt KTZ die Infrastruktur zur Verfügung, während Nippon Express den Markt mit einem Rail-basierten Angebot insbesondere für die Automotive-, Feinmechanik- und Modebranche aber auch die Lebensmittel- und Weinindustrie zu erobern versucht

3. Wendet man sich nun der dritten Art der anfangs genannten Strategien zu, der **Innovationsstrategie**, so sieht man vergleichsweise noch wenige Beispiele.

Es scheint so zu sein, dass die großen und die mittelgroßen Logistiker (gleichwohl ob asiatischen oder europäischen Ursprungs) eher im ersten Schritt auf Skaleneffekte und geographische Erweiterung setzen und weniger auf innovationsbasierte Angebote. Damit eröffnet sich eine Möglichkeit für kleinere und flexiblere Unternehmen, welche nun z. B. in der traditionellen Projektlogistik und in der Spedition „zu Hause“ sind, jedoch ihre Dienstleistung deutlich technologisch, z. B. durch e-tools basierte Expertise, bereichern. Ein Beispiel dafür findet man im Unternehmen A.R.T Logis-

tics Limited, welches die Zentrale in Hong Kong besitzt und mit 7 operativen Büros im eurasischen Markt Kundschaft aus verschiedenen Sektoren mit Eisenbahnlogistik, insbesondere im Bereich der eher schwierigen Sendungen wie Heavy Cargo und im sogenannten „out-of-gauge“ Bereich, bedient. Die Innovation besteht hier in der Kombination der traditionellen Eisenbahnlogistik mit e-logistics, d.h. einem online-tool zur Kalkulation von 400 Strecken in der One Belt One Road – Geographie.

4. Zuletzt sollten auch die **Nischenspezialisierung** als eine andere Strategie erwähnt werden, welche man auch eher bei regionalen oder lokalen Speditionen z. B. in Kasachstan vorfindet.

Unsere Projekte und Studien zeigten, dass Nischenspezialisten in der Neuen Seidenstraße den Erfolg aufgrund der Flexibilität, eines persönlichen Kundenservices und der Möglichkeit, die Kunden nicht nur logistisch zu bedienen, sondern auch vollständig im Bereich Trade, Export und Customs zu beraten. Meistens wird – etwa für die Entwicklung der LCL / LTL-Dienstleistung – mit einem chinesischem Partner zusammengearbeitet, damit ein kompletter speditioneller Service gewährleistet werden kann.

Damit ist die grundsätzliche Skizzierung der Strategien abgeschlossen.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass vor allem die Wahl einer Strategie entscheidend ist. Dies ist jedoch, wenn man den Markt und die Player analysiert, nicht immer selbstverständlich. Bei unseren Beratungs- und Interim Management – Projekten sahen wir recht oft die Situation, dass Logistikdienstleister angesichts der starken operativen Herausforderungen der Neuen Seidenstraße (hervorgerufen etwa durch Infrastruktur-Engpässe oder kundenseitig durch ungeplantes Order Management) relativ oft auf kurzfristige Wünsche der Verlager oder Marktveränderungen reagieren, ohne eine überdachte Strategie mit einem klar definierten USP zu haben. Damit werden oft Chancen vertan, niedrigere Profite erzielt und wichtige strategische und langfristige Erwartungen der Kundschaft ignoriert.

Wenn man dies alles berücksichtigt, ist die Strategie eindeutig ein Schlüssel für den langfristigen Erfolg der Neuen Seidenstraße.

1.2. Managementkulturen entlang der Neuen Seidenstraße: die Vielfalt begreifen

Ein essentielles Fragezeichen, welches mit der Geschäftsentwicklung in der Region der Neuen Seidenstraße verknüpft ist, betrifft die Mentalitäten und die Managementkulturen in dieser so vielfältigen Region.

Manager, die dort agierende Firmen leiten, sind natürlich gut beraten, interkulturelles Fingerspitzengefühl einzusetzen, wenn sie beispielsweise mit chinesischen Mitarbeitern russische Firmen bedienen und ein Entscheidungstreffen dazu möglicherweise auch in Zentralasien stattfindet.

Der Autor unterhielt sich mit verschiedenen Akteuren, Managern, Unternehmern, Beratern und Journalisten, sowohl europäischer als auch asiatischer Abstammung und versuchte auf Basis deren Schilderungen und eigener Erfahrung eine Übersicht über die Managementkulturen zusammenzustellen.

Sehr vereinfachend kann dies nun folgendermassen dargestellt werden:

	<u>China</u>	<u>Western Europe</u>	<u>Eastern Europe</u>
Communicaton team	Middleman collectivism clear hierarchy	calls between "strangers" individualism bein equal	Top management Rather collectivism Hierarchical
Key points	"guanxi" (connections) looking for channels	information seek information	Recommendations Looking to gain trust
Communicaton Style	flip flopping barganing long term pursuit formal indirect explanation first inquiry patient	step by step reasoning short meeting informal direct Proposal first push hard impatient	Hybrid Explaining Many interactions Formal Direct Explanation first Diplomatic Impatient

[WH1]

Wenn man diese Darstellung näher analysiert, lässt sich Folgendes beobachten:

1. Vereinfachend kann eine Einteilung der Managementmentalitäten in der Neuen Seidenstrasse in 3 Gruppen vorgenommen werden: mit China-orientieren Werten, mit osteuropäischer Kultur und einer westeuropäischen Ausprägung der Werte und Managementkultur. Die Vereinfachung besteht hier z. B. darin, dass etwa Osteuropa als eine homogene Region verstanden wird, dies gilt analog natürlich auch für die Vielfalt der westeuropäischen Stile, Attribute und Verhaltensweisen der Manager.
2. In der Tabelle fokussieren wir uns auf einige Punkte wie z. B. den Kommunikationsstil und die Teamzusammensetzung. Es ist auch die Bedeutung der Hierarchie und des Formellen vs. Informellem angegeben. Dies sind einige Elemente eines breiten Spektrums, bei dem es gilt, die anderen Kulturen nicht nur achtsam zu beobachten, sondern auch das Wissen über andere Kulturen und Sitten im eigenen Kommunikations-, Verhandlungs – und Managementstil zu integrieren. Die Handlungsempfehlung lautet: Respekt vor den anderen Kulturen zollen, nie das eigene Wertesystem überwerfen, sondern eher die Gemeinsamkeiten anstreben. SolltenDifferenzen zwischen dem eigenen Wertesystem und dem des Kooperations- oder Verhandlungs-

partners auftreten, so sollte dies nie als ein Angriff auf das eigene Wertesystem oder Weltverständnis interpretiert werden. Im Gegenteil: erfolgreiche internationale Manager und Unternehmer betonen, dass sie solche Differenzen eher als eine Bereicherung wahrnehmen und damit auch eine Basis dafür schaffen, Geschäfte über die vielen Landesgrenzen Eurasiens erfolgreich zu machen.

3. Bekanntlich macht die Erfahrung den Meister. Dies gilt zweifelsohne für den zwischenmenschlichen Bereich, wenn Mitarbeiter unterschiedlicher Kulturen z. B. in einem Logistikunternehmen miteinander kooperieren. Die Neue Seidenstraße, eine Region, die zwei Kontinente umspannt, bietet dazu enorme Möglichkeiten für alle Handelnden. Das Begreifen der Vielfalt der Kulturen ist ein langer Prozess, der unabdingbar ist für alle, die multikulturelle Unternehmen oder Kooperationen leiten und weiterentwickeln wollen.

Ein chinesisches Sprichwort: „Eine Reise von tausend Meilen beginnt mit dem ersten Schritt“ illustriert gut die Herausforderung.

Der Autor hofft mit der tabellarischen Darstellung der Merkmale den interessierten Managern und Unternehmern diese Reise zumindest ein wenig zu erleichtern.

1.3. Die richtige Weichenstellung: Mythen und Wahrheiten im 100 Mrd. USD Projekt

Logistikdienstleister jeder Größenordnung und jeder Art werden sich möglicherweise angesichts der One Belt One Road – Entwicklungen eine grundsätzliche Verständnisfrage stellen. Denn die Eigentümer bzw. das Management werden gut beraten sein, die Rahmenbedingungen eines solchen politischen und makroökonomischen Megaprojektes für das eigene Unternehmen mit allen Chancen, aber auch mit allen Risiken richtig einzuordnen. Es steht nämlich außer Frage, dass wir hierbei über ein bis dato nie dagewesenes Projekt reden. Die Abbildung auf Seite 3 illustriert sehr deutlich, dass man mit Recht hier auch von einem „Mammut-Projekt“ reden kann:

1. Logistisch verändert sich mit tausenden Kilometern Schienen, Pipelines und Häfen in Eurasien praktisch alles. Davon wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten natürlich noch sehr viel gebaut werden, einige Kernstücke bestehen bereits wie etwa neue Eisenbahn-Verbindungen zwischen chinesischen Mega-Cities und Städten wie Duisburg in Deutschland. Innerhalb von lediglich 5 Jahren ist das Aufkommen von Zügen zwischen China und Europa von 80 auf über 4000 gestiegen. Auch erfolgt die Anpassung in den Seewegen: neue Häfen im Indischen Ozean entstehen und beeinflussen stark die globalen Transportwege zwischen China, Zentralasien und Europa.
2. Hinter der logistischen (infrastrukturellen) Dimension oder eigentlich eher davor steckt sehr viel Geld. China plant in den nächsten zehn Jahren rund 1000 Milliarden Dollar zu investieren. Viele Projekte werden durch Entwicklungsbanken

finanziert wie die Asiatische Infrastrukturinvestmentbank (AIIB), welche mit 100 Milliarden US-Dollar ausgestattet ist, insbesondere zur Finanzierung von Infrastruktur-Projekten in Asien.

Ebenfalls 100 Milliarden US-Dollar im Topf hat die BRICS New Development Bank, geschaffen als multilaterale Entwicklungsbank zur Finanzierung von Infrastrukturprojekten in Entwicklungsländern. Dazu kommen noch viele andere Finanzierungen und Darlehen

Wenn wir nun zur Ursprungsfrage zurückkommen, sollte diese wohl lauten:

„welche „globalen“ Wahrheiten sind nun von Logistikdienstleistern zu berücksichtigen, welchen Aussagen ist eher mit Skepsis zu begegnen?“

Der Autor vertritt die Auffassung, dass die Einzelperspektive eines jeden Unternehmens der Schlüsselfaktor bei der Beantwortung dieser Fragen ist und die Entscheidungsträger z. B. die folgenden – oft in den Medien recht verbreiteten – Aussagen kritisch analysieren sollten.

Ob es nun ein Mythos oder eine Wahrheit ist, liegt wohl im Ermessen des Betrachters.

Die Aussagen seien hier kurz zusammengefasst:

1. OBOR – Logistik bedeute allein Eisenbahntransporte
2. Es sei nur ein Geschäft für Logistikgiganten
3. Es sei ein ausschliesslich politisches Projekt
4. Es sei allein eine chinesische Vision
5. Es sei nichts für Neulinge in der eurasischen Logistik.

Wie gesagt, eine kritische Analyse dieser Fragen unter dem Blickwinkel eigener Kapazitäten als Logistikunternehmen, aber auch eigener Wertesysteme und langfristiger Visionen ist sehr wichtig und möglicherweise allein schon mitentscheidend dafür, ob man die Präsenz in der eurasischen Logistik erweitern oder gar Aktivitäten starten will.

Nach der Auffassung des Autors lassen sich jedoch zumindest die Aussagen 1 und 2 recht schnell widerlegen, denn etliche Speditionen – und Logistikunternehmen bieten in der OBOR-Region ein komplettes Leistungsspektrum an, welches deutlich über den Rail Transport hinausgeht, auch wenn dieser oft das Kerngeschäft darstellt. Ebenso sind viele Mittelständler erfolgreich nicht nur dem Ruf der „Neuen Seidenstrasse – Romantik“ gefolgt, sondern haben gewiss bereits erfolgreich Geschäftspotentiale in Zentralasien, in Kasachstan oder entlang der Ost-West-Achse in einer Vielzahl von OBOR-Ländern realisiert.

Viele von unseren Erfahrungen und Aussagen der Akteure scheinen tatsächlich zu bestätigen, dass die Neue Seidenstraße und deren Logistikgeschäfte eines der wichtigsten, wenn auch noch nicht vollständig erschlossenen, Potentiale im Transportgeschäft unserer Zeit darstellen.

2. Die Dienstleistungslandschaft in und um die Logistikwirtschaft

In diesem Abschnitt untersuchen wir, wie sich durch globale Trends der Beratungsmarkt der Logistikwirtschaft veränderte. Ein Einblick in verschiedene Facetten der Tätigkeiten, welche darauf abzielen, den Logistikern das Arbeiten leichter, kostengünstiger und effektiver zu machen.

2.1. Veränderungen im Zollbereich: schneller, effektiver und kundenfreundlicher

Nach der Auffassung von Herrn Thorsten Porath, dem Managing Director von Porath Customs Agents GmbH in Hamburg befinde sich derzeit Europa ...

„in einer Phase des Wandels, die geprägt ist von Ereignissen, die die Unsicherheit in der Wirtschaft schüren. Allen voran der Brexit, durch den Großbritannien zum 30. März 2019 zollrechtlich zum Drittland wird.

Der zähe Fortschritt der Verhandlungen macht einen Brexit ohne Austrittsabkommen immer wahrscheinlicher. Sowohl die EU als auch Großbritannien haben zwischenzeitlich Informationen zur Vorbereitung auf den worst-case im Internet bereitgestellt.“

Herr Porath betont, dass der Brexit mit Sicherheit kommen würde und daher die Vorbereitung darauf essentiell ist. Die Frage sei nur, „wer sich jetzt darauf vorbereitet, macht daher auch im Falle eines Austrittsabkommens mit Übergangsphase nicht viel falsch. Es ist nur die Frage, ob die wesentlichen Änderungen bereits zum 30. März 2019, oder erst zum Ende der Übergangsphase am 31. Dezember 2020 kommen – wobei die Übergangsphase ebenfalls als „sportlich“ einzustufen ist.

Die Logistikbranche hat durch den Brexit viele zusätzliche Probleme zu lösen, die mit dem Zollrecht nichts zu tun haben. Sicher ist aber, dass zukünftig für jede Sendung, die ein- oder ausgeführt wird, eine Zollanmeldung abgegeben werden muss. Dies ist unabhängig davon, wie genau die physische Grenze, die die Waren zwischen Großbritannien und der EU passieren müssen, gestaltet wird.

Hierfür muss zusätzliches Personal nicht nur bereitgestellt werden, sondern es muss auch über entsprechende Qualifikationen verfügen. In Zeiten des Fachkräftemangels ist dies schon eine große Herausforderung. Hinzu kommt nun die Unsicherheit, zu welchem Datum dieses zusätzliche Personal überhaupt benötigt wird. Im Zweifelsfall haben die Unternehmen, die auf einen Brexit ohne Abkommen gesetzt haben, entsprechendes Personal, das sie erst über 1½ Jahre später benötigen und bezahlen müssen. Das wäre wirtschaftlich für viele Unternehmen ein großes Problem. Die Hauptfrage ist aber, wo soll dieses von der Wirtschaft benötigte, qualifizierte Personal überhaupt herkommen, wenn es am Markt gar nicht verfügbar ist?

Die Politik hat hierauf bislang wenig bis gar keine Antworten oder Lösungen aufgezeigt.

Eine der Fragen, die durch Globalisierung hervorgerufen worden sind und auf die eine Antwort nicht einfach ist. Herr Porath weiter:

„Bei aller Komplexität ist nur eines klar: Zoll nebenbei zu machen, ist heute grob fahrlässig. Wer unqualifizierte Mitarbeiter an die Zollabwicklung lässt, wird dies früher oder später teuer bezahlen. Sei es durch Bußgelder oder schlimmstenfalls durch den Entzug von wichtigen Vereinfachungen/Bewilligungen, ohne die heute in vielen Unternehmen die Logistikprozesse völlig zum Stillstand kämen.

Der im UZK festgeschriebene Grundsatz, dass zukünftig grundsätzlich alle Zollverfahren nur noch elektronisch abgewickelt werden können, ist ein guter und zeitgemäßer Ansatz, um Zollprozesse transparenter und effizienter zu gestalten. In der Praxis ist es aber zweifelhaft, ob alle Mitgliedstaaten alle benötigten Verfahren bis Ende 2020 – das Ende der im TDA vereinbarten Übergangszeit – fertig bekommen. Und selbst wenn dies passiert ist, sind die nationalen Unterschiede in der gelebten Praxis auch mit dem UZK immer noch so groß, dass es für die meisten Unternehmen nicht möglich ist, ohne einen lokalen Partner vor Ort auszukommen.

Den meisten Unternehmen, die im Besitz einer nach Regeln des UZK neu bewerteten oder neu beantragten AEO-Bewilligung sind, steht jetzt die Tür offen, um die Waren für ihre Kunden spürbar einfacher, schneller und effektiver durch den Zoll zu bringen. Denn im UZK wurden fast alle Vereinfachungen davon abhängig gemacht, ob eine AEO-Bewilligung erteilt wurde, oder ob die Kriterien für den AEO erfüllt werden – was im Ergebnis das Gleiche bedeutet.

Der AEO ist also der Schlüssel zu einer schnelleren und effizienteren Zollabwicklung, auch wenn oft zu Recht kritisiert wird, dass es keine wirklich neuen Vorteile und Vereinfachungen für den AEO gibt, sondern dass es für alle anderen schwieriger wird. Kein AEO zu sein bedeutet heute oft mehr Kontrollen und dadurch höhere Kosten und einen größeren Zeitaufwand.

Die Zollverwaltung fordert als Preis für den AEO einen administrativen und bürokratischen Mehraufwand, der die Vorteile oft schon wieder relativiert.“

All das bringt große Unruhe und Unsicherheit in die Wirtschaft.

Wie beim Projekt der Neuen Seidenstraße, mit welchem wir uns im ersten Teil dieser Veröffentlichung beschäftigten, muss aber auch in Hinblick auf die Zollproblematik eine Antwort gefunden werden.

Unternehmen wie Porath Customs Agents sind nicht an jeder Ecke zu finden. Professionalität muss sich nämlich durch geschulte Mitarbeiter, Kundenorientierung und weitere Qualitäten wie z.B die Beherrschung der Sprache der Auftraggeber auszeichnen. Dies macht den Unterschied aus.

Abschließend können wir festhalten, dass derzeit ein Wandel am Markt der Zolldienstleistungen stattfinden: vom reinen Subunternehmer zum vollwertigen Partner. Jedoch

und vielleicht auch deswegen ist eine partnerschaftliche Zusammenarbeit, die auf gegenseitigem Vertrauen beruht, das A und O in einer Dienstleistungssparte, die – wie geschildert – starkem Wandel unterworfen ist.

2.2. Digitale Lösungen – perfekt auf ein Problem abgestimmt

61 von 100 Punkten. Das ist der aktuelle Digitalisierungsindex der Logistikbranche gemäß techconsult, welches sich mit dem Thema in einer Studie im Jahre 2017 auseinandergesetzt hat. Damit liegt die Transport- und Logistikbranche über dem Digitalisierungsdurchschnitt und belegt aktuell Platz 3 im Ranking. Der Bedarf an digitalen Lösungen ist groß, 52% der befragten Unternehmen geben an, dass die Digitalisierung, in welcher Form auch immer, ein fester Bestandteil für die Geschäftsentwicklung darstellt. Diesen Trend haben aber nicht nur alteingesessene Unternehmen erkannt, der Markt erlebt ein neues Aufleben, welches durch Wagniskapital und Gründermut vorangetrieben wird. Im Jahre 2017 wurden mehr als 3.5 Mrd USD in internationale Logistik Start Up's investiert, Hauptkapitalgeber kommen hierbei aus dem VC-Bereich mit starker Expertise im Technologiebereich. Der Augenmerk hierbei liegt auf den Bereichen Last-Mile, Warehousing und Transportation. Man findet weltweit sehr viele Beispiele für digitale Lösungen, die meistens darauf abzielen, einen oder mehrere Problembereiche der „klassischen“ Logistik zu optimieren und kosteneffektiver oder kundenfreundlicher zu gestalten.

Dazu ein Beispiel aus Deutschland. Herr Moritz Dassing, Gründer und Managing Partner von conlog erläutert:

„Vor 2 Monaten haben wir die Firma „conlog“ gegründet, da wir den Bedarf für die Digitalisierung eines bestimmten Prozesses erkannt haben. Ein Container benötigt ca. 8 Wochen von Shanghai nach Hamburg, im Hafen aber steckt der Container bis zu 7 Tage fest, da die prozessbeteiligten Unternehmen nicht miteinander verbunden sind, sich auf manuelle Prozesse und veraltete Abfertigungswege verlassen. Hier setzten wir mit „conlog“ an, denn wir bauen ein digitales System, mit dem die Parteien innerhalb kürzester Zeit miteinander kommunizieren, Zahlungen in Echtzeit austauschen und Freistellungsinformationen untereinander teilen und sichtbar speichern können. Wir wollen hierbei im ersten Schritt die Containerfreistellung digitalisieren und manuelle, anfällige Prozesse ersetzen. Die Abwicklung der Exportanmeldung sowie das Tracking von Containertransporten im Inland gehört zu den weiteren Themen, welchen wir uns widmen werden. Wir sehen in diesem Bereich ein enormes Potential, da es aktuell nur lokale und recht manuelle Prozesse gibt. Unser Setup kann dahingehend auf internationale Häfen ausgebaut werden, da wir ein unabhängiges und anpassbares System erstellen. Die Digitalisierung ist von der Logistik nicht mehr weg zu denken, nicht aufzuhalten. In den kommenden Jahren wird mehr Geld in neue Ideen investiert und neue Technologien entwickelt und ich bin sehr gespannt, wie sich Blockchain im Bereich der Logistik beweisen wird.“

Dabei sind digitale Lösungen im Zollbereich eigentlich nichts Besonderes mehr. Insbesondere in Deutschland, wo die Kommunikation seit der Einführung von ATLAS vor fast 20 Jahren, vollständig elektronisch abgewickelt werden kann. Dies ist bis heute bei Weitem nicht in allen Mitgliedstaaten der Fall.

Thorsten Porath dazu: „Die Kommunikation mit dem Zoll zu digitalisieren, ist in der Regel in Ländern wie Deutschland also nicht schwierig. Schwieriger wird es bei der Übermittlung von Unterlagen, die selten als verwertbarer, elektronischer Datensatz, sondern überwiegend als gescannte PDF Dokumente übermittelt, oder schlimmstenfalls noch gefaxt werden.

Viele Unternehmen verstehen PDF Dokumente aber als digitale Daten, obwohl diese Daten, die eigentlich schon an ihrem Ursprung oft schon elektronisch erfasst worden sind, diverse Male in der Lieferkette nochmals manuell erfasst werden.

Einige Mitgliedstaaten ermöglichen bis heute keine papierlose Übermittlung von Unterlagen, sondern schreiben die Papierform immer noch vor – so wie zurzeit noch in Polen.

Dort ist man gerade in der Testphase für das Automated Import System (AIS) gestartet, das später mit dem zentralen IT-System PUESC gekoppelt werden soll. Dass die Übermittlung von Unterlagen dann tatsächlich auch papierlos werden wird, ist zwar geplant, der Zeitpunkt der Umsetzung ist allerdings noch offen.

Der UZK soll dabei den Weg für die digitale Übermittlung von Informationen in allen Mitgliedstaaten möglich machen.

Um was es bei der Digitalisierung hier also eigentlich geht, ist die Kundenseite.

Die Hauptprobleme im Zollbereich liegen hierbei bei der Datenqualität und der Verantwortung für die gelieferten Daten. Während ein vollständig automatisierter Zollprozess in der Ausfuhr darstellbar ist und bei uns auch in der Praxis läuft, ist dies in der Einfuhr ungleich schwieriger.

Im Export haben wir es im Idealfall mit nur einer Datenquelle zu tun, und das ist der Exporteur selber. Er produziert und handelt mit den Waren und hat entsprechend auch die spezifischen Warenkenntnisse, die erforderlich sind, um eine korrekte Klassifizierung für die Exportkontrolle, aber auch für die Einreihung in die Außenhandelsstatistik durchzuführen. Zudem verfügt er ebenfalls über die meisten anderen Daten, wie Verkaufspreis, Adressdaten, Gewichte und Packstücke in elektronisch verwertbarer Form, damit sie für die automatisierte Erstellung einer Ausfuhranmeldung verwendet werden können. Hier muss der Ausführer nur seinen eigenen Daten vertrauen, sowie seine zoll- und außenhandelsrechtlichen Prozesse im Griff haben. In Fällen, in denen solche Ausfuhranmeldungen voll automatisiert durch unsere Systeme laufen, greifen unsere Fachleute nur noch bei Exceptions ein – wenn also mal die Ampel nicht auf grün springt.

Völlig anders sieht es im Import aus. Nicht nur, dass wir es hier mit diversen, teilweise ständig wechselnden Datenquellen zu tun haben, die sich untereinander nicht vertrau-

en, es gibt auch kein einheitliches Format, in dem Daten überhaupt übermittelt werden. Zudem trägt die Verantwortung für die Daten immer der Anmelder, also in der Regel der Importeur.

Können Sie sich vorstellen, dass eine virtuelle Steuerberater-Plattform ihre persönliche Steuererklärung beim Finanzamt abgibt, die auf Daten beruht, die Dritte für Sie elektronisch geliefert haben, und sie kontrollieren diese noch nicht einmal. Nein? Eine Zollanmeldung ist in Deutschland nach UZK und der Abgabenordnung ebenfalls eine Steuererklärung.

Wie man die Kundenseite richtig digitalisiert, zeigen nicht nur die neuen digitalen Spediteure wie unser Kunde FreightHub aus Berlin, sondern inzwischen ergreifen auch die großen Akteure der Branche die Initiative.

Porath Customs Agents hat bereits 2004 Pionierarbeit im Zollbereich geleistet mit der Einführung des elektronischen Kundenportals PORCOM (Porath Customs and Order Management), über das Aufträge elektronisch abgewickelt und der Status jederzeit nachverfolgt werden kann. Die Idee für die Umsetzung kam damals von einem großen Kunden, der keine Lust mehr hatte, die damals üblichen Auftragsformulare auszufüllen. Bei der Digitalisierung der Kundenseite kommt es entscheidend darauf an, seinen Kunden gut zuzuhören und deren Bedürfnisse zu kennen, bevor Lösungen entwickelt werden.

Für Anfang 2019 ist die Markteinführung einer vollständigen Neuentwicklung geplant, die den Markt für Zolldienstleistungen in Europa revolutionieren wird – vor allem aus der Kundenperspektive.

Wie also hier analysiert, schreitet Digitalisierung in verschiedenen Lösungen und Formen voran und ermöglicht viele Vorteile sowohl für die Kunden als auch im Hinblick auf die Effizienzsteigerung im eigenen Unternehmen.

2.3. Consulting-Experten, die Lücken schließen

Im Wandel befindet sich auch der Beratermarkt spezialisiert für die Logistik, Transport und Spedition.

Im Land des „Logistikweltmeisters“ (Deutschland, im aktuellen Logistics Performance Index der Weltbank, 2018) war das Funktionieren und Expansion der Logistikdienstleister selbst schon immer mit einer engen Zusammenarbeit mit Unternehmensberatungen verbunden. Die Consultants haben traditionell in Bereichen wie Personalberatung, Restrukturierung/Expansion, Fusionen und Übernahmen eng mit dem Management zusammengearbeitet, um die besten Köpfe für die Logistikkonzerne und Mittelständler zu gewinnen, Firmen effektiver zu machen und im Bereich M&A Transportfirmen in deren Wachstum zu unterstützen. Die Rolle der Consultants in der Transport- und Logistikwelt hat also ähnlich viel Bedeutung gehabt wie in den anderen Branchen auch. Denn das Zusammenarbeiten mit „Spezialisten auf Zeit“, in den meisten Fällen ehemaligen Ma-

nagern und Branchenkennern, ist, das Vertrauen und ein vernünftiges Kosten-Nutzen-Verhältnis vorausgesetzt, eine natürliche Gegebenheit in reifen Märkten und Volkswirtschaften.

Damit kann es nicht verwunderlich sein, dass – den Angaben von consultancy.uk zufolge, die Grösse des in der DACH-Region lokalisierten Beratungsmarktes auf 23,1 Mrd. USD geschätzt wird, ein Volumen nur unwesentlich kleiner als im größten europäischen Beratungsmarkt (UK und Irland). Die Marktgrößen gelten für alle Industriebereiche, nicht nur für die Logistikwirtschaft, zeigen aber eindeutig die Rangordnung des Beratungsmarktes in Deutschland, Österreich und in der Schweiz. Der gleichen Quelle können wir auch entnehmen, dass die größten Umsätze der Berater in den Bereichen Operations und Finance Management generiert werden.

Der Verfasser kennt diesen Markt aus der eigenen Erfahrung, da er zugleich Managing Partner einer in Wien lokalisierten, jedoch stark auf die Region Mittel- und Osteuropa spezialisierten Beratungsboutique ist (LogCon East). Der Kern der Arbeit besteht in einem integrierten Dienstleistungsangebot für Unternehmen und Institutionen aus den Bereichen Logistik, Spedition, Transport, Infrastruktur und Business Process Outsourcing. Die Berater und Interim Manager helfen in der Personalberatung, Leadership Entwicklung, operativem und strategischem Consulting, bei wichtigen Unternehmenstransformationen / M & A sowie in anderen Projekten aus, wobei die Lösungen immer auf die Kundenbedürfnisse, sei es im klassischen Beraterbereich oder in Interim Management-Aufgaben, massgeschneidert werden. Der Wandel der letzten Jahre, den wir beobachten, besteht in:

- Der weit vorangeschrittenen Spezialisierung im Consulting. Einen Berater für alles findet man derzeit in der DACH-Region nicht, und er wird kaum gesucht
- Daraus folgt auch, dass von den Beratern / Interim Managern eine Branchenspezialisierung, oft auch verbunden mit einem regionalen Focus (ob DACH, UK, Osteuropa, Russland, Zentralasien etc.), erwartet wird. Dies war sicher vor 10-15 Jahren nicht der Fall, da man eher vorausgesetzt hat, dass effektive Beratungsdienstleistung, die z. B. in Deutschland funktionierte, ohne weiteres z. B. nach Russland transferierbar sei, vielleicht mit kleinen Korrekturen
- Einer deutlich stärkeren Zuwendung der Logistik und der Supply Chain-Branche seitens der etablierten und traditionellen Beratungshäuser, welche diese Industrie für sich gewinnen wollen und nach Knowhow und Talenten streben
- Das deutlich stärker in Erscheinung getretene Streben der Kundschaft nach Beraterkompetenzen in neuen Geographien wie z. B. in den Emerging Markets Asiens, aber auch in neuen Funktionsbereichen wie z. B. Digitale Transformationen, Finden von Kooperationspartnern (sowohl „digital“ als auch „analog“), Entwicklung der Führungskräfte durch Coaching etc.

Zusammengefasst kann man hier festhalten, dass Berater verschiedener Art sicher zwei Punkte gemeinsam haben sollten: eine tiefe Branchenkenntnis, verbunden mit der Fähigkeit zu Project Delivery in immer kürzeren Zeitabschnitten in unsicheren oder zumindest schwer voraussehbaren Märkten.

Dies gilt zumindest für den deutschsprachigen Markt der Logistikberatung.

Eine andere Entwicklungsstufe und Grösse nimmt z. B. der Markt des Logistikconsultings in Polen ein. Einigen polnischen Quellen zufolge hat der gesamte Markt aller Beratungsleistungen im größten Land der MOE-Region eine Größe von 1 bis 1,5 Mrd EUR, davon wird natürlich nur ein Teil (einige Prozentpunkte) dem logistischen Markt zurechenbar sein. Abgesehen von einigen grossen Playern westeuropäischer oder amerikanischer Abstammung, die jedoch kaum noch Logistikkompetenz aufweisen, wird der Markt durch kleine, eher im niedrigen Segment agierende Berater dominiert. Nach Aussage eines Managers eines großen deutschen Logistikdienstleisters, der in Osteuropa schon mehrere Jahre arbeitet, herrsche vielerorts „Masse statt Klasse“ und eine Verbesserung würden seiner Meinung nach nur die Firmen bringen, die westeuropäische Standards leben und in der Branche sehr gut sowohl in West- als auch in Osteuropa vernetzt sind.

Nach Aussage von Bartosz Jacyna (Head of Sales, Hub Logistics) sei der polnische Logistikberatungsmarkt erst in der Phase der Professionalisierung. Die Branche sei erst 10 Jahre alt. Der Verfasser selbst hat den Markt mit seinen Kinderkrankheiten durch eigene Erfahrung erlebt, als er 2009 eine der ersten in Polen ansässigen Managementberatungen für die Logistikbranche gründete und mühsam Kundschaft in Bereichen etwa wie Managementseminaren, Branchenstudien, Interim Management eroberte.

Geben wir nun weiter das Wort Herrn Jacyna:

„Wir sehen in den letzten Jahren die zunehmende Tendenz zum Kompetenzausbau im Bereich Supply Chain und Logistik, welche auch durch den langsamen Eintritt von höherwertigen Beratungsunternehmen in den Markt begünstigt wird.“ Herr Jacyna bemängelt jedoch „die fehlende Zusammenarbeit zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft, wobei die Ursache in einem für den Bedarf der modernen Logistikfirmen ungeeigneten Angebot an den lokalen Hochschulen liegt“.

Hub Logistics ist dabei ein finnisches Unternehmen mit 25-jähriger Tradition und einem Focus auf Logistikoutsourcing in der Produktion. Firmen aus unterschiedlichen Industrien wie die Automobilbranche, Papierindustrie und Schwerindustrie werden bedient. Seit einem Jahr, durch die Übernahme eines lokalen Partners, hat man das Angebot auf die Kontraktlogistik erweitert. Vor dieser Publikation sprachen wir auch mit dem CEO von Hub Logistics in Polen, Herrn Przemyslaw Pietak. Nach seiner Aussage ist Polen für sein Unternehmen zu einem interessanten Markt geworden, da viele Faktoren wie die stark wachsende Wirtschaft, der stetige Ausbau der Infrastruktur und die Erreichbarkeit von qualifiziertem Personal den Ausschlag für Polen gegeben haben. Herr Pietak und andere Brancheninsider betonen auch, dass sich auch der Arbeitsmarkt in Polen im Wandel be-

findet. Es ist auch ein Trend für mehr Automatisierung und größere Investitionen, z. B. in moderne Lagerflächen und Industrieanlagen, zu beobachten.

Zwar sind die Lohnunterschiede zwischen Polen und Deutschland noch recht deutlich, jedoch ist das Gefälle in den letzten Jahren kleiner geworden, was auch in der polnischen (Kontrakt)-Logistik den Einsatz von hochwertigen, automatischen Lösungen notwendig macht, die schrittweise menschliche Arbeit ersetzen. Przemyslaw Pietak betont auch, dass am polnischen Markt der Outsourcinggrad niedriger sei als in Westeuropa, dies trifft für die interne Logistik und die Produktionslogistik gleichermaßen zu. Damit können viele Unternehmen, die vollständig hausintern alle Logistikprozesse steuern, immer noch nicht die hohe Produktivität einfahren, die mit Experten und deren Know-How erzielt werden könnte. Seine Firma ist bereits seit 25 Jahren ein starker Outsourcing – Partner in Finnland und würde nun langsam den Wissenstransfer in den polnischen Markt vornehmen.

Erfahrungen von LogCon East zeigen übrigens auch – diesmal für den Beratungsmarkt für die Logistikdienstleister in den Bereichen Personal, Führung, Strategie, Geschäftsentwicklung – dass der Reifegrad und auch die Bereitschaft, mit externen Partnern zusammenzuarbeiten, noch weit hinter den Standards der DACH-Region zurückliegt.

Eine plausible Erklärung dafür kann in der Tatsache gesehen werden, dass das lokale Management traditionell noch die vollständige Kontrolle über die Geschicke des Unternehmens haben möchte, sei es aus Gründen der Überschätzung der Vollständigkeit des eigenen Wissens, sei es aus Angst, an Entscheidungsprozessen externe Berater teilhaben zu lassen. Der Berater, der Lücken schliesst, unabhängig davon welcher Natur, ist jedoch gerne gesehen, wenn er das Mandat vom Mutterhaus (beispielsweise von der Konzernzentrale in Deutschland) mitbringt, denn damit ist er praktisch über jeden Zweifel erhaben. Insofern, dies betonen unsere Erfahrungen und verschiedene Berichte von Logistikmanagern, ist die Zusammenarbeit mit Beratern oder auch Interim Managern in Unternehmen mit ausländischen Wurzeln und Kapital deutlich stärker ausgeprägt als in alleine in polnischer Hand befindlichen Transport- und Speditionsunternehmen.

Wenn man auch den Internationalisierungsgrad des Managements in den umsatzstärksten Logistikfirmen in Polen analysiert und mit dem Spiegelbild in Deutschland vergleicht, sieht man einen interessanten Unterschied. So haben nämlich im 2018 unsere Untersuchungen ergeben, dass Management Boards von Top 10 Logistikfirmen in Deutschland zu 71 % aus Führungskräften bestehen, die in ihrer Laufbahn zumindest eine Auslandsstation vorzuweisen haben. In Polen ist das nur bei 24 % der Top Manager der Logistik der Fall.

Möglicherweise ist das auch einer von vielen Gründen dafür, dass Polen derzeit erst den 28. Platz im Logistics Performance Index der Weltbank (2018) einnimmt, während Deutschland wiederholt die Vorreiterposition als „Logistikweltmeister“ verteidigt hat, nämlich da, wo Firmen auf einen breiten internationale Erfahrungsschatz ihrer Entschei-

dungsträger in einer so stark vernetzten und globalen Branche zurückgreifen können und auch da, wo Zusammenarbeit mit Beratern keine Seltenheit ist, dort eben können sich Märkte entwickeln, Logistikfirmen in ihrer Performance stetig zulegen und über Jahre und Jahrzehnte Firmen entstehen, die weltweit bekannt und bewundert sind.

3. Wie geht es mit der Logistikwelt weiter – Beispiel Emerging Markets

Im letzten Abschnitt wollen wir einen Blick auf die Logistikmärkte werfen, die gewöhnlich von großem Interesse für die aus der Region DACH stammenden Logistikfirmen und Brancheninvestoren sind. Einmal hat man nämlich mit Polen einen bereits relativ reifen Logistikmarkt vor sich, der vom Volumen her den 6. Platz in Europa (Frauenhofer Top 100 der Logistik) einnimmt und in welchem praktisch alle großen deutschen Speditionen und Logistikkonzerne bereits seit Jahren aktiv sind. Polen spielt auch nicht zuletzt eine zunehmende Rolle wegen seiner Funktion als Hub im europäischen Transitverkehr und in der Distributionslogistik.

Im größten Land der Welt, Russland, hat man dagegen als Logistikunternehmen auf der einen Seite enormes Potential zu erforschen und auf der anderen Seite aber auch sehr viele Fragen zu beantworten. Hierbei ergeben sich Lösungen, wenn man es versteht, von der politischen Dimension abzusehen und sich auf den Kern von Geschäftsentwicklung konzentriert in einem Land, welches 7 Zeitzonen umfasst und in welchem Logistik allein wegen der riesengroßen Entfernungen eine Herausforderung bedeutet.

3.1. Russland – die großen Chancen, begleitet von vielen Fragen

Russland sei ein „unberechenbares Mysterium“ nach Worten von Winston Churchill. Versuchen wir doch diesem Mysterium etwas näher zu kommen, indem wir uns auf einige grundsätzliche Informationen über den Logistikmarkt konzentrieren.

1. Größenordnungen – Potential

An einer anderen Stelle dieser Publikation haben wir bereits erwähnt, dass Schätzungen zufolge der Wert des russischen Logistikmarktes bei ca. 105 Mrd. EUR liegt. Was interessanterweise dazu kommt, ist eine andere Zahl, die nämlich, welche über den Anteil der outgesourcten Logistik aussagt. Dieser Anteil beträgt nur 20% des gesamten Volumens, d.h. ein sehr beträchtlicher Teil der Transporte und der Lagerlogistik befindet sich immer noch in der Hand der Verlager. Wenn man diese 20% mit dem entsprechenden Indikator von 65% für Europa und sogar 50% für China vergleicht, sieht man sofort ein anscheinend riesengroßes Potential für Logistikdienstleister und Transportunternehmen.

2. Einordnung in Rankings – Relativierung

Im Logistics Performance Index der Weltbank, einem umfassender Vergleich der „Logistikfreundlichkeit“, das heißt der Logistikinfrastuktur und Logistikeffizienz von 155 Ländern, rangiert 2018 Russland auf Platz 75, sicher ein durchwachsendes Ergebnis, wobei man eine deutliche Verbesserung sieht, wenn man die Platzierung im Jahr 2016 noch berücksichtigt (Platz 99).

Die Leistungsfähigkeit der Zollabfertigung, die Qualität der Transportinfrastruktur, die Qualität von Logistikdienstleistungen sowie das Tracking und die Pünktlichkeit der Sendungen bleiben Sorgenkinder, zumindest wenn man die westeuropäischen Standards als Maßstab anlegt.

Aufschlussreich ist auch der Einblick in die „Agility Emerging Markets Logistics Index“ von 2018, denn dort werden die aufstrebenden Märkte in einem Ranking von insgesamt 50 Ländern miteinander verglichen. Hier schneidet der russische Markt mit dem Platz 7 sehr gut ab und verbessert sich auch gegenüber dem letzten Jahr um 3 Plätze. Man kann also in diesem Ranking, bei welchen übrigens China die Nummer 1 ist, sehen dass der russische Markt z. B. als interessanter für Logistik als der türkische Markt gesehen wird, welcher ja eine recht hohe Bedeutung bei aus der DACH-Region stammenden Unternehmen hat.

3. Marktteilnehmer und Marktstruktur: Vor- und Nachteile. Eine komplette SWOT-Analyse des Marktes ist nicht Gegenstand dieser kurzen Publikation, deswegen beschränken wir uns hier alleine auf die Feststellung, dass zu den wesentlichen Opportunities des russischen Marktes u. a. gehören:

- Das Segment der langfristigen, mehrwertleistungsbasierten Logistikkooperation zwischen den Dienstleistern und den Verladern
 - Die in den letzten 5-10 Jahren gestiegene Marktreife auch der lokalen Entscheidungsträger, mit qualitätsorientierten westlichen 3PLs die Zusammenarbeit zu suchen und zu realisieren
 - Projekt- und Kontraktlogistik sowie die E-commerce-Logistik
- um nur einige zu nennen.

Gegenüber diesen Chancen stehen jedoch etliche Schwächen, denn Korruption, ineffektive Verwaltungs – und Zollprozesse sowie das Ungleichgewicht zwischen Export und Import im Ladungsverkehr machen allen Entscheidungsträgern und Managern das Leben nicht einfach.

In unserer Projekten werden wir auch oft nach strategischen Vorschlägen für ein Agieren und Gewinnen am russischen Markt gefragt. Dabei müssen wir sehr oft betonen, dass die strategische Zielrichtung in der russischen Logistik mit etwas zusammenhängt, was man als erstes und entscheidendes sehen muss. Die Langfristigkeit der Investments am russischen Markt, die Geduld und die Bereitschaft, ggf. Krisen zu überstehen und

das Bestreben, mit den besten, bewährten und in diesen Marktbedingungen erprobten Managern (gilt gleichwohl für Executives wie Interim Manager) zu arbeiten, sind unabdingbare Zutaten für den Erfolg im größten Land der Welt.

Denn in einem Land mit einem riesigen Potenzial für Logistik- und Transportgeschäft (welches natürlich von Landtransporten mit LKW und der Eisenbahn dominiert wird), das dazu noch eine Schlüsselposition im eurasischen Transportgeschäft hat, zahlen sich Investitionen langfristig aus.

Der Verfasser hat dabei intensive Erfahrungen für einen deutschen Logistikkonzern sowie für ein Schweizer Unternehmen gesammelt

Seine Eindrücke bestätigen, dass das eingangs erwähnte „Russische Rätsel“ mit interkulturellem Leadership, viel Vertrauensarbeit und einem breitem Logistik-Know-How durchaus zu entziffern ist.

Sehr oft werden die sogenannten CIS-Logistikmärkte als eine Region betrachtet. Dabei sind jedoch Unterschiede zu berücksichtigen, wenn man z. B. den ukrainischen oder kasachischen Logistikmarkt analysiert, denn dort ist man teilweise mit anderen Herausforderungen als in Russland konfrontiert. An dieser Stelle sei ein Vertreter aus der ukrainischen Logistikbranche zitiert, Herr Ruslan Khalmetov, Deputy Transport Director von FM Logistics in der Ukraine. Nach seinen Aussagen ist derzeit am ukrainischen Markt eine sehr starke Preisorientierung der Kundschaft zu beobachten, die wohl manchmal „niedrige Qualitäten“ in Kauf nimmt. Andererseits entwickelt sich auch der 3 PL-Bereich in der Region Kyiv zunehmend positiv, wozu auch sichtbare Verbesserungen im Infrastrukturbereich beitragen. FM Logistics, ein Top- 3- Logistikdienstleister in der Ukraine, ist auf Kontraktlogistik, nationale und internationale Transporte, co-packing, Stückgut, aber auch auf City-Logistik spezialisiert. Als interessante Branchen der Kundschaft sieht man den traditionellen Agrarsektor, aber auch die Pharmaindustrie, FMCG, e-commerce, durchaus die Trends, die wir auch aus Westeuropa kennen.

Zum Abschluss dieses Abschnitts hören wir einfach hinein, was einer der Top- Entscheider der russischen Logistik, Herr Kirill Vlasov (CEO, STS Logistics) zu dieser Thematik zu sagen hat:

Was sind die gegenwärtigen Trends in der Logistik in Russland?

1. Digitalisierung, die Nutzung spezieller Anwendungen, die Prozesse messen und optimieren.
2. Die dadurch stärker werdende Verbindung zwischen Kunden und 3PL/ Logistikanbietern
3. Die Anwendung von neuen Plattformen, die das Verhalten von Nutzern ändern – Plattform Ökonomie.
4. Der Anfang der Ära der Roboter (mit selbstfahrenden Automobilen, neuen Typen von WMS und CMS-Anwendungssoftware, Drohnen)

5. Eine deutliche Verbreitung von industriellen Logistiklösungen. Die Kombination von Transport, Zoll und Warehousing – Lösungen, maßgeschneidert für einen Industriebereich, wird zu dramatischem Anstieg der Produktivität führen.

6. Logistik für e-commerce, dazu gehören sowohl online- als auch offline-Lösungen.

Die Kundenerwartungen werden nach seiner Aussage vor allem sichtbar, wenn man berücksichtigt:

- Den Fokus der Verlagerung auf maßgeschneiderte Logistikprodukte zu einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis in Russland
- Den Ruf der Kunden nach einem angemessenen Servicelevel und effizienterer Arbeit am Bereich Customer Service
- Die Erwartung der Industrie, auf der Seite der Logistiker Schäden zu minimieren und Verluste, die ggf. entstehen, zu tragen

Die wichtigste Veränderung in Russland sieht Herr Vlasov in der erwähnten Digitalisierung in der Branche und angestiegener Intensität des Wettbewerbs.

Als die größten Chancen in den nächsten Jahren sieht der STS Logistics CEO in zunehmendem Einsatz von Robotern, insbesondere im Warehouse-Bereich, das Aufkommen von Supply Chain-Anwendungen. Er sieht eine Perspektive im Blockchain-Einsatz in der russischen Wirtschaft sowie in VR (virtuall reality) und AR (added reality)

Im Allgemeinen betont Herr Vlasov, dass Russland im Technologiebereich 5-10 hinter Europa, USA und China zurückliege und aller Wahrscheinlichkeit nach die erfolgreichen Lösungen aus dem Ausland annehmen wird.

Das Interview illustriert sehr wohl die Spannungsmomente, die Besonderheiten, aber auch die Chancen, welche nun der russische Markt sowohl den lokalen Playern als auch den ausländischen Mitbewerbern bietet.

Der Markt bleibt in Bewegung.

3.2. Osteuropa – Transportwirtschaft am Wendepunkt – Beispiel Polen

Nach „Fraunhofer Top 100 der Logistik“ finden wir den polnischen Logistikmarkt an der 7. Stelle in Europa mit einer Marktgröße derzeit bei voraussichtlich über 60 Mrd. EUR was ca. 20% der Größe des deutschen Logistikmarktes beträgt.

Die Wettbewerbslandschaft ist gekennzeichnet durch die Dominanz von Logistikdienstleistern mit westlichen Wurzeln. Wenn man z. B. das sogenannte „TSL-Ranking“ 2018 (Gazeta Prawna) zugrunde legt, findet man in den Top 10 mit der Raben Group, gefolgt von DPD Polska, Schenker sp.z.o., FM Logistisc, Rohlig SUUS, DSV Road, Gefco Polska, Kuehne Nagel Sp.z.o.o, Grupa Pekaes, Grupa Rhenus vorwiegend Unternehmen, die auf der Wettbewerbslandkarte des europäischen Logistikmarktes auch auf den vorderen Plätzen zu finden sind. Auf der anderen Seite assoziiert man oft den polnischen Trans-

portmarkt alleine mit Frachtführern, denn nach einigen Berechnungen sind in Polen bis zu 80.000 Transportunternehmen unterwegs, vorwiegend handelt es sich um kleine, sehr oft Einzelperson-Unternehmen. Nach Angaben des Portals enterpoland.com ist dagegen die Anzahl von Transportunternehmen mit mindestens 10 LKWs im Bereich von ca. 3.300 Firmen zu beziffern. Dazu kommen noch ca. 400 Speditionsunternehmen. Wenn man sich diese Zahlen veranschaulicht, darf es nicht verwundern, dass die polnischen Frachtführer Spitzenreiter sind in puncto Ausführung der Transportarbeit in Europa (in Tonnenkilometern). Nach Angaben von money.pl haben die polnischen Transportunternehmen 2015 über 155.000 Tonnenkilometern an Transportarbeit verrichtet, dies ist zweimal mehr als für die spanischen Transportunternehmen, welche in der Statistik den zweiten Platz einnehmen.

In der Untersuchung des polnischen Logistikmarktes wollen wir jedoch der Definition der BVL folgen, nach der die Logistik als „die ganzheitliche Planung, Steuerung, Koordination, Durchführung und Kontrolle aller unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Informations- und Güterflüsse“ bezeichnet wird. Damit wollen wir uns eher mit der Rolle dieses Marktes in der intelligenten Planung und Steuerung von Wertschöpfungsketten beschäftigen, dies ist für einen Markt, der in den Top 30 Logistikmärkte weltweit liegt (nach LPI-Index der Weltbank belegt Polen 2018 den 28. Platz), angemessen.

Dazu haben wir 2 Vertreter des Marktes befragt, die Manager von Logistikdienstleistern sind und sich bereit erklärt haben, ihre Erfahrungen zu schildern.

Nach der Auffassung von Tomasz Pyka, Chief Commercial Officer von DB Schenker North&East Europe betreffen die globalen Trends der Logistik den polnischen Markt ebenso wie alle anderen europäischen Märkte auch. Eine Herausforderung für die Branche sieht er in Themen rund um e-commerce und dort im speziellen in der B2C-Logistik. Eine stark nachgefragte Kompetenz am Markt bestehe darin, das Customer Engagement entsprechend zu steuern und die last-mile-Lieferungen zu höchsten Standards zu realisieren.

Einen Schlüsselfaktor für die Entwicklung des polnischen Logistikmarktes sieht er in seiner Bereitschaft, in die Bereiche Digitales und IT zu investieren. Die Automatisierung der Prozesse sollte so weit gehen, dass z. B. Kunden per smartphone sofort die Informationen über den Sendungstatus abrufen können. Sein Unternehmen wird als ein Leader im Bereich Technologie gesehen, Als Beispiel sei e-schenker erwähnt, eine kundenorientierte Plattform, oder drive4schenker, ein modernes Kommunikationsmittel für die Frachtführer.

Herr Zbigniew Gawenda, Sales and Business Development Manager in Prime Cargo Poland, einem dänischen Logistikanbieter mit Aktivitäten in Polen, fügt hinzu, dass derzeit Logistikfirmen zusätzliche Funktionen wie 4 PL, Order und Customer Service Management, After Sales Service und viele andere übernehmen, was deutlich über deren traditionelles Kerngeschäft hinausgeht. Er sieht auch eine wichtige Entwicklung in der

deutlichen Kürzung der Lieferzeiten aus Asien und günstigen Paketpreisen aus dieser Region.

Eine Herausforderung für den Markt in Polen, aber auch in der ganzen Region Osteuropa sieht Herr Gawenda im „Fehlen der Arbeitskräften z. B. in Lagerhäusern“, ein Trend, welcher von vielen Brancheninsidern bestätigt wird. Als einen Wettbewerbsvorteil des Marktes Polen sieht Herr Gawenda die mögliche Rolle des Landes als ein Ost-West-Hub, ebenso sieht er eine Chance im gut entwickelten Unternehmertum seiner Landsleute.

Dazu vertritt Herr Pyka von DB Schenker die Auffassung, dass sich der polnische Transportmarkt gewandelt hat. Die eingangs vom Verfasser erwähnte Rolle der kostengünstigen Transportunternehmen geht zurück. Es entwickelt sich, auch im Bewusstsein der europäischen Entscheider, die Vorstellung, dass Polen inzwischen zu einem wichtigen Exportmarkt z. B. im Bereich Aerospace oder Automotive geworden ist. Dies habe zur Entwicklung weiterer Transportmodalitäten wie Luftfracht, Seefracht und dem intermodalen Transport geführt. Damit einhergehend hat sich das entsprechende Know-how am Markt Polen etabliert. Herr Pyka bezeichnet Polen als „einen Markt von ständigem Wechsel, wachsender Infrastruktur, mit nach wie vor existierendem Kostenvorteil und hoher Fachkompetenz der Logistiker“.

Der letzte Satz darf als eine gute **Zusammenfassung** des abschließenden Abschnitts unserer Publikation fungieren. Polen – als ein bereits entwickelter Logistikmarkt – hat den Wendepunkt erreicht. Man begegnet dort Herausforderungen, die wir beispielsweise auch aus Deutschland kennen, und löst sie mit moderner Logistik in der globalen Welt, die allen Akteuren der Transportwelt die höchsten Standards abverlangt.

Ob in der Neuen Seidenstraße, in der Arbeit der Berater oder in den Emerging Markets – das Prinzip lautet: Kundenorientierung, Effizienz und ständige Entwicklung.

Die Logistik ist durch globale Trends noch komplexer und interessanter geworden.

Über den Author

Christoph Szakowski ist ein erfahrener Manager und Consultant der Logistikbranche. Derzeit agiert er als Managing Partner eines Boutique-Unternehmens und ist spezialisiert auf praktische Unterstützung und Interim Management für Logistikdienstleister mit Schwerpunkt Osteuropa und Emerging Markets.

Christoph Szakowski hat vielfältige Managementenerfahrung ua. bei DB Schenker in Deutschland und in Russland gesammelt und ist ein Kenner in Unternehmenstransformationen und Change Management. Geboren in Polen und aufgewachsen in Deutschland, setzt er seine interkulturelle Kompetenzen und Logistik-Knowhow zielgerichtet ein, multinationale Unternehmen effektiver zu machen und Geschäftsentwicklung in verschiedenen Sparten der Logistik weltweit zu realisieren.

F4

Science Pitch

**Erfolgreich mit Industrieller Gemeinschaftsforschung!
Machen Sie schon mit oder müssen wir Sie noch Überzeugen?**

Erfolgsgeschichte Flexförderer

**Mit dem Phänomen der Autokorrelation
zum Wissenschaftspreis Logistik 2017**

Wie man die Motivation von Lagermitarbeitern verbessert

Blockchain – Potenziale für KMU

Urban Logistics Facilities

LernLager

Analyse der Logistik-Performance

Qualitätssteigerung in globalen Wertschöpfungsnetzwerken

Tracking von Bewegungsabläufen

Ersatzteil-Pooling

Quellenangaben

Erfolgreich mit Industrieller Gemeinschaftsforschung!

Machen Sie schon mit oder müssen wir Sie noch Überzeugen?

*Susanne Grosskopf-Nehls / Senior Projektmanagerin Inhalte, Wissen, Forschung /
Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. Bremen*

Lassen Sie sich davon überzeugen, dass Forschung nicht trocken und langatmig ist, sondern spannend und erstaunlich praxisrelevant! In dieser Sequenz pitchten ausgewählte Forschungspartner der BVL und stellen ihre Projekte kurz vor. Je nach Projektfortschritt wird auch die Einbindung von Unternehmenspartnern dargestellt – bei einigen Projekten ist daraus schon eine echte Erfolgsgeschichte geworden.

Als Unternehmen können sie in Forschungsprojekten mitwirken bzw. mitarbeiten und sind ganz dicht dran – Projektbegleitender Ausschuss heißt das dann. Anders als bei anderen Förderinstrumenten, müssen sie sich nicht finanziell beteiligen. Weiterer Vorteil des Förderinstruments: Es ist themenoffen und liefert damit gerade für die Logistik viele Möglichkeiten.

Um im Innovationswettbewerb bestehen zu können, benötigt insbesondere der Mittelstand Partner aus der Forschung, deren Forschungsarbeit sich ganz konkret an ihren Bedürfnissen orientiert und deren Ergebnisse schnell und effizient umgesetzt werden können. Genau hier setzt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit dem Förderprogramm Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) an.¹ Die BVL ist seit vielen Jahren in das Innovationsnetzwerk der AiF eingebunden und ermöglicht ihren Forschungspartnern damit den Zugang zu eben diesem Fördertopf.

Es folgen Kurzbeiträge zu den 10 Projekten des 1. Science-Pitches auf dem Deutschen Logistik-Kongress:

Erfolgsgeschichte Flexförderer

Flexibles Fördersystem auf Basis baugleicher Einzelmodule (IGF 15732)

Vorhabenbeschreibung: Ziel des Vorhabens ist die vorwettbewerbliche Entwicklung eines branchenneutralen Stetigfördersystems aus baugleichen, autonomen, dezentral gesteuerten Modulen. Vor allem KMU können sich die hohen Investitionskosten für konventionelle Fördertechnik mit der zugehörigen zentralen Steuerung kaum leisten. Der Trend zu immer kurzfristigeren Logistikaufträgen verstärkt zudem die Notwendigkeit, Fördersysteme einzusetzen, welche einen geringen Implementierungsaufwand und eine

hohe Flexibilität besitzen. So sollte das Fördersystem durch den Nutzer selbst handhabbar und rekonfigurierbar sein. Durch die Integration von Funktionen wie der Identifizierung, der Routingentscheidung und des multidirektionalen Förderantriebs in baugleiche Module, soll ein Stetigfördersystem entwickelt werden, welches in der Lage ist, Stückgut ohne zentrale Steuerung und Datenhaltung zu befördern. Durch den Einsatz von baugleichen Modulen werden die für KMU wichtigen Anforderungen wie Flexibilität, Skalierbarkeit und Wiederverwendbarkeit optimal umgesetzt. Die direkte Ansteuerung der elektronischen Komponenten und die Verarbeitung der Algorithmen über einen Mikrocontroller verspricht darüber hinaus deutliche Kostenreduktion durch Vermeidung der bisher üblichen SPS-Technik. Dies wird möglich, da die Module mit abgeschlossenen Funktionsumfängen definiert werden, welche sämtliche notwendige Informationsverarbeitung fest einprogrammiert haben. Wichtiger Bestandteil des Vorhabens ist die Übertragung von Routing-Logiken aus der IT-Welt in die Materialflusssteuerung. So sollen die einzelnen Module ähnlich wie IT-Netzwerkkarten ihren Standort selbst ausfindig machen und ähnlich der Weiterleitung von Datenpaketen die Ladungsträger physisch weiterleiten. Die Herausforderung besteht somit in der Anwendung der Grundsätze aus der IT-Netzwerk-Welt auf den physischen Materialtransport

Ergebniszusammenfassung: Mit dem Projekt „Flexibles Fördersystem auf Basis baugleicher Einzelmodule“ (kurz: FlexFörderer) wurde die Entwicklung eines vollständig dezentral gesteuerten, autonomen Stetigförderers basierend auf einzelnen, baugleichen Transportmodulen angestrebt und auch erreicht. Jedes dieser Einzelmodule verfügt dabei über die notwendige „Intelligenz“ zur Durchführung von Transportaufträgen sowie zur Erkennung des Layouts. Hierzu wurde ein von der technischen Realisierung unabhängiger Steuerungs- und Kontrollalgorithmus entwickelt und implementiert. Ebenso wurde ein voll funktionsfähiger, aus 9 quadratischen Einzelmodulen bestehender Demonstrator entwickelt, der die Funktionsweise des FlexFörderers verdeutlicht. Neben den vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des FlexFörderers zeichnen ihn insbesondere die im Verhältnis zu herkömmlichen Stetigförderern günstigeren Investitions- und Wartungskosten, die gute Anpassungsfähigkeit sowie die problemlose Kopplung an konventionelle, bereits existierende Stetigfördersysteme aus. Er eignet sich demnach vor allem für kleinere und mittlere Unternehmen mit schwankendem sowie kleinerem Auftragsvolumen als Alternative zur aufwendigen Installation zentral gesteuerter Stetigförderanlagen.²

Link zum Schlussbericht: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000062977>

Mit dem Phänomen der Autokorrelation zum Wissenschaftspreis Logistik 2017

Beherrschung stark korrelierter Logistik- und Produktions-Prozesse (IGF 17344)

Vorhabenbeschreibung: Korrelationen werden in aktuellen Simulationsmodellen meist ignoriert. Selbst einfache zu erzeugende Formen der Korrelation (z. B. autoregressive Prozesse) werden nicht eingesetzt, von komplexen mehrdimensionalen Korrelationsstrukturen ganz zu schweigen. Korrelationen treten implizit nur dann auf, wenn ein Modell mit historischen Auftragsdaten validiert wird. Prognosen oder Sensitivitätsanalysen können damit nicht gemacht werden. Dazu müsste man korrelierte Prozesse mit bestimmten Charakteristiken erzeugen können. Hierfür sind in der Literatur zwar Verfahren beschrieben, es ist nicht bekannt, wie diese zu parametrieren wären, damit Auftragsströme entstehen, die den tatsächlichen Gegebenheiten der industriellen Produktion und Logistik zumindest ähnlich sind. Das Vorhaben verfolgt das Ziel, das Risikopotential abzuschätzen, das Korrelationen mit sich bringen. Zugleich soll aber auch das Verbesserungspotential erschlossen werden, das in der gezielten Erzeugung von Korrelationen liegt. Es soll anhand repräsentativer Beispiele gezeigt werden, welche Formen der Korrelation in Produktion und Logistik verbreitet sind und dass durch das Ignorieren von Korrelationen gravierende Fehler bei der Systementwicklung und beim Systembetrieb gemacht werden. Die Ergebnisse werden nutzbar durch Richtlinien zur Abschätzung des Einflusses von Korrelationen in konkreten Einsatzfällen sowie ein Softwaremodul zur Erzeugung korrelierter Zufallszahlen. Anwender sind z. B. Simulationsdienstleister (Ziel: genauere Modellierung) und Logistiksoftwareentwickler. Übertroffene Bedeutung hat die Kommunikation von Forschungsergebnissen und v. a. Untersuchungsmethodik (z. B. Einsatz von statistischen Tools zur Identifikation von Korrelationen) z. B. über Fachartikel und Fachseminare. Daneben erfolgt die (Nach-) Nutzung der Ergebnisse über die Bereitstellung eines frei verfügbaren Programms zur Erzeugung korrelierter Zufallszahlen.

Ergebniszusammenfassung: Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde das Wirken von Autokorrelation auf das Verhalten von Materialflusssystemen anhand von Realdaten analysiert. In ca. 95% aller Datensätze konnte dabei signifikant Autokorrelation nachgewiesen werden. Es wurde ausführlich deren Wirkung auf das Systemverhalten/die -leistung untersucht und ein deutlicher Einfluss (einfaches Warteschlangenmodell teilw. bis zu ca. 100%; realitätsnahes Modell bis ca. 50%) festgestellt. In Konsequenz wurde ein Generator (Prototyp) für autokorrelierte Zufallszahlen entwickelt, um im Simulationsmodell die Ereignisse realitätsgetreu, d.h. autokorreliert abzubilden. Durch das Forschungsvorhaben wurde das Bewusstsein um das Auftreten und Wirken von Autokorrelation in logistischen Systemen geschärft. Projektpartner bestätigen, dass durch gezielte Untersuchung auf Abhängigkeiten Fehler bei der Systementwicklung und beim Systembetrieb verringert werden konnten.²

Link zum Schlussbericht: http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/23328/schlussbericht_autokorrelation.pdf

Wie man die Motivation von Lagermitarbeitern verbessert

Motivationssteigerung für logistische Fach- und Hilfskräfte im Lager (MoLa) – Entwicklung eines Methodenkatalogs basierend auf der Evaluation von Motivationsmethoden für Fach- und Hilfskräfte im Lager (IGF 19022)

Ziel des Projekts MoLa ist es, die Motivation der Mitarbeiter in logistischen Prozessen im Lager zu steigern und auf diese Weise auch Qualität und Effizienz von Lagerprozessen sowie die Innovationskraft insbesondere kleiner und mittelständischer Logistikdienstleister und Verlager zu erhöhen. Logistische Prozesse im Lager werden nach wie vor mehrheitlich durch manuelle Arbeit abgewickelt. Hier kommen besonders oft wenig ausgebildete Mitarbeiter zum Einsatz. Die Motivation und Gesundheit dieser Personen ist wesentliche Basis für eine qualitativ hochwertige und effiziente Abwicklung der Prozesse. Zudem ist Motivation eine Grundlage der Innovationskraft von Unternehmen. Im Fokus des Projekts stehen nicht-monetäre Motivationsmethoden, da diese in ihrer Wirkungsweise oft unterschätzt werden und alternative monetäre Anreizsysteme schnell abnutzen. Zur Steigerung der Motivation und Leistung im Lager werden verschiedene nicht-monetäre Methoden identifiziert, bezogen auf ihre Wirksamkeit hin empirisch untersucht und zugänglich für operative Führungskräfte im Lager aufbereitet. Zur Evaluation der eingesetzten Motivationsmethoden werden in einer Längsschnittstudie Indikatoren für die Lagerleistung erhoben und den Einschätzungen der Mitarbeiter zu Motivation und Gesundheit gegenübergestellt. Die Ergebnisse werden mit Experten aus Wissenschaft und Praxis der Logistik diskutiert, um die Aufbereitung geeigneter Methoden klar an den Bedürfnissen der Zielgruppe auszurichten. Greifbares Ergebnis ist ein Methodenkatalog, in welchem die Ergebnisse gebündelt dargestellt und mit Handlungshilfen zugänglich gemacht werden. Zudem wird die Möglichkeit aufgezeigt, Motivationsmethoden interaktiv auf einer Onlineplattform darzustellen. So können Unternehmen für ihre logistischen Prozesse leichter und gezielter Motivationsmaßnahmen auswählen und einsetzen. Das Ergebnis richtet sich insbesondere an KMU, da diese in der Regel über wenige Ressourcen für die Erarbeitung von Motivationsmethoden verfügen.²

Link zum Schlussbericht: <https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/abgeschlossene-projekte/projekte/19022-mola>

Blockchain – Potenziale für KMU

Identifikation und Bewertung von Einsatzpotentialen für Blockchains in Logistik und SCM (IGF 20265)

Der Technologie Blockchain wird im Kontext von Logistik und SCM sehr großes Potenzial für Prozessverbesserungen zugesprochen, die in Kostensenkungen und Steigerungen des Kundennutzens resultieren sollen. Dies liegt vor allem in ihren Eigenschaften begründet, denn sie ist dezentral organisiert, die Datensätze sind verifiziert und damit au-

ditierbar und nicht zuletzt ist sie aufgrund kryptographischer Verfahren manipulations-sicher. Zahlreiche Pilotprojekte großer Marktteilnehmer illustrieren die Bandbreite und mögliche Tragweite von Blockchain-Anwendungen in Logistik und SCM. Wofür konkret und vor allem wie Blockchain durch KMU skalierbar angewendet werden kann, ist jedoch nicht ohne weiteres zu identifizieren. Nicht jede denkbare Blockchain-Anwendung ist tatsächlich auch die beste technische Lösung.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird ein Vorgehen entwickelt, welches diese Entscheidung aus der Perspektive eines KMUs greifbar macht und mit dessen Hilfe Anwendungspotenziale unternehmensindividuell identifiziert werden können. Ideen können hinsichtlich ihrer technischen und organisatorischen Anforderungen bewertet und mit alternativen Lösungsansätzen verglichen werden. Darüber hinaus wird eine Datenbank zur Sammlung und Charakterisierung bekannter Anwendungsfälle entwickelt und in das Vorgehen integriert. Alle konzeptionellen Aktivitäten des Forschungsvorhabens fußen dabei auf einer fundierten empirischen Grundlage – einer qualitativen Interviewstudie und einer nachfolgenden quantitativen Studie.

KMU sollen durch das Vorgehen in die Lage versetzt werden, sich ressourcenschonend mit der Technologie Blockchain vertraut zu machen und die Auswirkungen auf das eigene Geschäft besser einschätzen zu können. Durch die Identifikation von Blockchain-basierten Möglichkeiten zur Verbesserung der Dienstleistungen oder zur Diversifizierung des Angebots soll letztlich die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Konzernen und Startups – auch im internationalen Kontext – gestärkt werden.²

Das Projekt liegt aktuell im BMWi und wartet auf den Start. Der Schlussbericht wird Ende 2020 auf der Homepage der BVL verfügbar sein.

Urban Logistics Facilities

Kooperativ genutzte Logistikeinrichtungen als Zukunftskonzepte für die Versorgung urbaner Zentren (IGF 18291)

Die Herausforderungen für die Durchführung von Logistikdienstleistungen in Städten nehmen vor dem Hintergrund des durch Urbanisierung und Digitalisierung veränderten Nachfrageverhaltens, der Verlagerung der Logistikeinrichtungen an die Stadtränder und der strengeren gesetzlichen Auflagen, wie Lieferzeitbeschränkungen und Umweltzonen, weiter zu. Besonders für kleine und mittelständische Logistikdienstleister (KM-LDL), welche eine verhältnismäßig geringe Finanzkraft besitzen, aber regional stark verbunden sind, wird diese Entwicklung zu einer Bedrohung, da sie aus ihrem regionalen Umfeld verdrängt werden und sich nicht ständig an die neuen Anforderungen anpassen können. Ein Lösungsansatz für KM-LDL ist der Aufbau von Kooperationen, um die Chancen im urbanen Raum nutzen zu können. Bisher gibt es kaum systematische Konzepte urbaner Logistikkoooperationen insbesondere für KM-LDL als Orientierung. Viele koope-

rative Konzepte für die städtische Logistik wurden auf Grund mangelnder Wirtschaftlichkeit eingestellt. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Kooperationen ist folglich in der Gestaltung des Preismodells, mit einer geeigneten Vergütungsart und Risikoteilung sowie den zugehörigen Rahmenbedingungen für die Verträge, zu sehen. Während die Vorteile einer Kooperation über Effizienzgewinne nachvollziehbar aufgezeigt werden können, scheitern viele Kooperationen z. B. auf Grund der opportunistischen Ausnutzung von Informationsasymmetrien der Beteiligten. Das Preismodell muss somit Mechanismen beinhalten, die durch eine gezielte Anreizwirkung zu einer Harmonisierung der Ziele führen. Das Projektziel ist, ein Preismodell für den kooperativen Betrieb von urbanen logistischen Einrichtungen mit zugehöriger Distribution durch KM-LDL zu identifizieren. Das Ergebnis soll die Ausgestaltung einer Ertragsmechanik als Referenz für den Betrieb von ULF sein. Die KM-LDL erhalten mit dem webbasierten Leitfaden ein systematisches Hilfsinstrument für die Ausgestaltung eines Preismodells.²

Das Projekt läuft noch bis Ende 2019. Der Schlussbericht wird im Frühjahr 2020 auf der Homepage der BVL verfügbar sein.

<https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/laufende-projekte/projekte/18291-urban-logistics-facilities>

LernLager

Bewertung und Optimierung individueller Lernprozesse in der Intralogistik am Beispiel der manuellen Kommissionierung (IGF 19375)

Das beantragte Projekt beabsichtigt die Optimierung von Lernprozessen in der Intralogistik anhand des Beispiels der manuellen Person-zur-Ware-Kommissionierung. Im Projekt werden Lernprozesse in der Kommissionierung auf kognitiver Ebene untersucht und mit den Ergebnissen der quantitativen Analyse von Lernkurven zusammengeführt um Erkenntnisse über die wesentlichen Stellschrauben zur Optimierung der Lernprozesse zu gewinnen. Diese Erkenntnisse werden anschließend zur Bildung von in der Praxis anwendbaren Methoden-Bündeln in Form von Lern-Paketen herangezogen. Das Projekt wird über 24 Monate im Rahmen von sieben Arbeitspaketen von zwei Forschungsstellen (FS) bearbeitet. Das Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT/FS1) der Universität Stuttgart untersucht experimentell mittels Probandenversuchen in einem Modelllager den Lernprozess im frühen Stadium der Einarbeitung in der Kommissionierung. Das Institut für Angewandte Forschung (IAF/FS2) der Hochschule Pforzheim mit Beteiligung des Instituts für Personalforschung (IfP) evaluiert die Praxiserfahrungen der beteiligten industriellen Anwender hinsichtlich Qualifizierung und Kompetenzentwicklung und analysiert empirisch deren Kommissionierdaten. Es untersucht dabei auch die qualitativen Dimensionen der Lernprozesse, deren Wirkung im fortgeschritteneren Stadium des Lernens noch zu erkennen sind. Durch die Nutzung der im Projekt erarbeiteten Emp-

fehlungen zur Optimierung von Lernprozessen sollen dem Anwender Kostenersparnisse und Flexibilitätssteigerungen ermöglicht werden. Diese Vorteile ergeben sich u. a. aus der Optimierung und Standardisierung von Anlernprozessen bzw. aus dem effizienten Einsatz von Zeitarbeit, Job-Rotation und Springern in intralogistischen Prozessen. Ausgehend vom geringeren Automatisierungsgrad sowie von den knappen Personal- und IT-Ressourcen bei KMU wird prognostiziert, dass insbesondere der Mittelstand von den Projektergebnissen profitiert.²

Das Projekt läuft noch bis Ende Februar 2019. Der Schlussbericht wird im Sommer 2019 auf der Homepage der BVL verfügbar sein. <https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/laufende-projekte/projekte/19375-lernlager>

Analyse der Logistik-Performance

Quantitative Analyse und Bewertung der Ursachen einer geringen logistischen Performance entlang der unternehmensinternen Lieferkette (IGF 19223)

Unternehmen identifizieren im Tagesgeschäft häufig vergleichbare Symptome, die auf eine geringe logistische Performance und damit auf Optimierungsbedarf schließen lassen. Maßnahmen zur Optimierung der logistischen Performance werden häufig rein zur Symptombekämpfung ausgewählt. Dadurch wird jedoch nicht die Ursache beseitigt, sodass die Effektivität der Maßnahmen und die Nachhaltigkeit deren Wirkung von Unternehmen häufig bemängelt wird. Der erwünschte Effekt einer Maßnahme tritt nur unzureichend ein und verursacht ggf. vermeidbare Kosten. Der Grund liegt in der Tatsache, dass die erkannten Symptome geringer logistischer Performance ihren Ursprung regelmäßig in ganz anderen Funktionsbereichen des Unternehmens haben. Zur Unterstützung von KMU wird im beantragten Forschungsvorhaben ein Vorgehensmodell zur multikausalen quantitativen Ursachenanalyse ausgearbeitet. Die strukturierte Darstellung von logistischen Wirkbeziehungen über mehrstufige Ursachenebenen ist das Ziel. Um Mitarbeiter für die logistische Gestaltung der Lieferkette zu qualifizieren, erfolgt die Umsetzung in einem Softwaredemonstrator in Kombination mit einem Workshop-Konzept. Insbesondere KMU profitieren von den Ergebnissen des Projekts, da ihnen ein standardisiertes, einfaches und aufwandsarmes Werkzeug zur Verfügung gestellt wird, das es ermöglicht, Symptome einer geringen logistischen Performance differenziert zu analysieren und dabei deren Primärursache zu identifizieren. Zudem wird es bei der Auswahl aufwandsarmer und geeigneter Maßnahmen zur Behebung der Primärursachen unterstützen und somit eine Steigerung der logistischen Performance von KMU gewährleisten.²

Das Projekt läuft noch bis zum Ende dieses Jahres. Der Schlussbericht wird im Frühjahr 2019 auf der Homepage der BVL verfügbar sein. <https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/laufende-projekte/projekte/19223-quantilope>

Qualitätssteigerung in globalen Wertschöpfungsnetzwerken

Entwicklung einer Planungsunterstützung zur Gestaltung von Prüfstrategien und Umsetzung von Qualitätsmaßnahmen in globalen Wertschöpfungsnetzwerken (IGF 19421)

Da auch KMU zunehmend in komplexen, globalen Wertschöpfungsnetzwerken agieren, stehen sie vermehrt vor der Herausforderung, trotz langen Wertschöpfungsketten mit vielen involvierten Partnern und divergierenden Standortfaktoren (bspw. Qualifikationsniveau, Prozesstechnologie, Liefergüte) die geforderte Qualität des Endprodukts unter minimalen kumulierten Fehlerverhütungs- und Prüfkosten sowie Lieferzeiten zu gewährleisten. Ziel des vorliegenden Antrags ist daher die Entwicklung einer Methodik, die die Ermittlung der optimalen unternehmensspezifischen Qualitätssicherungsstrategie bestehend aus einer standortübergreifenden Prüfstrategie (bspw. Prüfmerkmal, -mittel, -ort) und einer Kombination von Qualitätsmaßnahmen (bspw. Poka-Yoke Maßnahme, Prozessverbesserung, Lieferantenqualifizierung) unter Berücksichtigung verschiedener Standortrollen (bspw. Leitwerk, Low-Cost Produktion) im Wertschöpfungsnetzwerk ermöglicht. Zur Modellierung der Qualitätssicherungsstrategie werden zunächst mit Hilfe des weiter zu entwickelnden Instruments der Qualitäts-Wertstromanalyse die relevanten Prozesse aufgenommen und in eine Ablaufsimulation überführt. Die verschiedenen Standortrollen werden durch ein Multi-Agenten-System abgebildet, welches mit der Ablaufsimulation verknüpft wird. Auf Basis der Netzwerksimulation können Prüfstrategien und Qualitätsmaßnahmen für ein spezifisches Wertschöpfungsnetzwerk multikriteriell bewertet werden. Dieser Ansatz bietet produzierenden Unternehmen quantitativ abgesicherte Empfehlungen zur Gestaltung der standortübergreifenden Qualitätssicherungsstrategie. So kann eine direkte Steigerung der Prozessqualität an allen Standorten und eine gleichzeitige Verringerung der Fehlerverkettung erreicht werden, da jeder Standort gemäß seiner Rolle optimal in die Qualitätssicherungsstrategie eingebunden wird. Kostenverursachende Qualitätsmängel im Prozess werden reduziert und gleichzeitig die Aufwände zur Qualitätssicherung effizienter und zielgerichteter eingesetzt.²

Das Projekt läuft noch bis Ende März 2019. Der Schlussbericht wird im Sommer 2019 auf der Homepage der BVL verfügbar sein.

<https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/laufende-projekte/projekte/19421-planq>

Tracking von Bewegungsabläufen

Tracking von Bewegungsabläufen zur automatisierten Produktivitätsanalyse mit modernen Low-Cost-Technologien (IGF 17695)

Vorhabenbeschreibung: Forschungsziel von ProTrack ist die Entwicklung eines kostengünstigen Verfahrens zur automatisierten Erfassung und Analy-

se von Bewegungsabläufen bei Kommissionier- und Montagetätigkeiten. Durch den hohen Automatisierungsgrad soll der Aufwand im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren deutlich gesenkt und das erforderliche Expertenwissen reduziert werden. Der geringe Aufwand und die Verwendung einer kostengünstigen Technologie soll es dadurch KMU erlauben, die Produktivität von Arbeitsabläufen systematisch zu analysieren und zu verbessern. Dafür werden folgende Teilziele definiert: Einsatz eines Low-Cost Tracking-Systems für die Erfassung von Bewegungsabläufen – Automatisierte Datenerfassung – Automatisierte Produktivitätsanalysen – Kopplung der Datenerfassung mit den Produktivitätsanalysen – Erarbeitung von Grundlagen für die Datenaufbereitung (Kinect -> Produktivitätsanalysen) – (teil-) automatisierte Auswertungen – Handlungsleitfaden für den einfachen Einsatz im Unternehmen. Zum Projektende steht ein Software-Demonstrator zur Verfügung, welcher von Unternehmen frei genutzt werden kann. Dieser beinhaltet die entsprechenden Erfassungs-, Analyse- sowie Auswertungsmethoden, die während des Projektes entwickelt wurden. Ein Leitfaden unterstützt die Unternehmen bei der Anwendung der entwickelten Verfahren. Die einzige Hardware-Investition stellt für das Unternehmen die Anschaffung der Kinect dar, welche bei einem Preis von 100 Euro liegt. Die Finanzierbarkeit für eine Umsetzung sollte dementsprechend auch für KMU möglich sein und kann mit dem Demonstrator unmittelbar nach Projektende starten. Die entwickelten Methoden erlauben KMU den Einstieg in eine systematische Produktivitätsanalyse: Erzeugung von Transparenz über Produktivitätsverluste – Aufdeckung von Produktivitätspotentialen – Reduzierung von Verschwendung – individualisierte Arbeitsplatzanalyse und -gestaltung – Verbesserung der Abtaktung manueller Montagelinie.

Ergebniszusammenfassung: In dem Forschungsvorhaben wurde eine Methode zur automatisierten Analyse der Produktivität entwickelt. Diese Methode eignet sich zur Untersuchung von manuellen Tätigkeiten insbesondere bei Montage- und Logistikaufgaben. Im Gegensatz zu klassischen Methoden zeichnet sie sich durch einen geringen Erfassungsaufwand und durch aussagekräftige Ergebnisse aus. Um dies zu erreichen, wurde eine prototypische Software entwickelt, um Arbeitsabläufe aufzunehmen. Zudem wurden bewährte Produktivitätsanalysen an die Datenstruktur angepasst und die Auswertungsmöglichkeiten erweitert. Durch Automatisierungsalgorithmen wurde die Auswertung vereinfacht. Die Evaluation der Methode hat gezeigt, dass sich die entwickelte Methodik mit ihren Automatisierungsalgorithmen in der Praxis anwenden lässt und sehr gute Ergebnisse liefert, es besteht jedoch Entwicklungsbedarf bei der Tracking-Technologie und der Software, um einen breiten Einsatz in der Industrie zu ermöglichen. Die Methode wurde insbesondere für den Einsatz bei Kommissionier- oder Montagetätigkeiten entwickelt, kann jedoch potenziell bei allen manuellen Tätigkeiten eingesetzt werden. Dabei ist die Methode für den Einsatz in Verbesserungsworkshops in Kooperation mit den Mitarbeitern konzipiert, könnte jedoch auch für die Gestaltung von Arbeitsplätzen vor der Nutzung verwendet werden.

Link zum Schlussbericht: https://www.bvl.de/files/1951/2125/2131/2133/18695_Schlussbericht_final.pdf

Ersatzteil-Pooling

Effizienzsteigerung durch kooperatives Bestandspooling von Ersatzteilen (IGF 18755)

Ziel des Forschungsprojekts ist es, ein Vorgehen zur Etablierung und Steuerung eines Ersatzteilpoolings in der Instandhaltung von Intralogistikanlagen zu entwickeln, sodass die Effizienz in der Instandhaltung von Intralogistikanlagen erhöht wird. Der Lösungsweg besteht aus fünf Schritten. Zuerst werden Kriterien für die Beurteilung der Pooling eignung von Ersatzteilen bestimmt. Anschließend wird ein Vorgehen zur Auswahl geeigneter Poolingpartner entwickelt. Zur Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings werden Prozesse und Steuerungslogiken etabliert. Diese werden im Rahmen einer Kooperationsplattform zur Umsetzung des Ersatzteil-Poolings bereitgestellt. Abschließend erfolgt eine Evaluierung der generierten Ergebnisse. Folgende Ergebnisse werden dadurch erzielt: Es wird Transparenz über bestehende Anforderungen an kooperative Instandhaltungsprozesse sowie Anforderungsprofile der Kooperationspartner generiert. Darüber hinaus entsteht eine datenbankbasierte Kooperationsplattform, welche ein einheitliches Bewertungsschema zur Beurteilung der Pooling-Eignung von Ersatzteilen beinhaltet. Zudem bietet die Plattform die Möglichkeit einer Kosten-Nutzen-Bewertung, zur unternehmerischen Beurteilung hinsichtlich der Teilnahme am kooperativen Ersatzteil-Pooling. Die kooperative Ersatzteilversorgung innerhalb eines Unternehmensnetzwerkes bietet für KMU die Möglichkeit, Ersatzteilbestände gemeinsam zu finanzieren. Dadurch können Produktionsausfallzeiten und Kosten der dezentralen Ersatzteillager einzelner KMUs minimiert werden. Geringere dezentrale Bestände führen darüber hinaus zu reduzierten Risiken hinsichtlich der Teilealterung und -verschrottung. Durch die ganzheitliche Betrachtung von Ersatzteillieferanten auf der einen und Ersatzteilnutzern auf der anderen Seite wird die Wettbewerbsfähigkeit von KMU gestärkt und ihre Effizienz im Ersatzteilmanagement gesteigert.²

Das Projekt läuft noch bis Ende Mai 2019. Der Schlussbericht wird Ende 2019 auf der Homepage der BVL verfügbar sein.

<https://www.bvl.de/service/forschungsfoerderung/laufende-projekte/projekte/18755-et-koop>

Quellenangaben

1 vergl. BMWi Homepage: <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Artikel/Technologie/vorwettbewerbliche-forschung-fuer-den-mittelstand.html>

2 vergl. IGF Projektdatenbank, <https://www.aif.de/innovationsfoerderung/igf-industrielle-gemeinschaftsforschung/igf-projektdatenbank.html>

L4

HR und Recruiting

Fachkräfte finden und binden

Stelle frei!

1. Die demografische Entwicklung
2. Die Digitalisierung

Ohne Strategie geht es nicht!

Nachhaltig investieren und langfristig sparen

Der Prozess: Wie entsteht eine starke Arbeitgebermarke?

1. Kick-off
2. Analyse
3. Strategieentwicklung und Kommunikation

Fazit

Literaturhinweise

Die Autorin

Fachkräfte finden und binden

Beatrice Maisch, Projektmanagerin und Konzeptionerin, Mainblick – Agentur für Strategie und Kommunikation GmbH

Stelle frei!

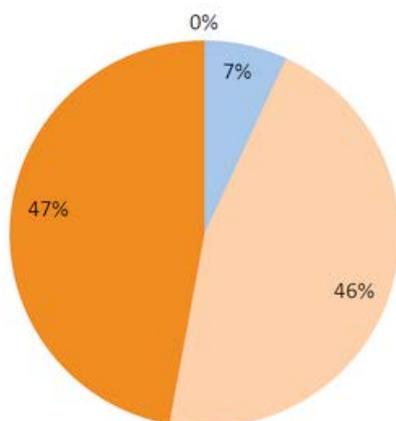
Man sieht sie wieder: Banner, Schilder und Werbeplakate an Gebäuden und Fahrzeugen, mit denen Unternehmen nach Mitarbeitern suchen. Dies zeigt sehr deutlich, was derzeit auf dem Arbeitsmarkt passiert: Wo Unternehmen bisher ausschließlich ihre Produkte und Services bewarben, bewerben sie nun sich selbst – als Arbeitgeber. Allerdings gibt es wirksame und weniger wirksame Vorgehensweisen. Der folgende Beitrag erläutert die Unterschiede.

In kaum einem anderen Wirtschaftsbereich ist der Fachkräftemangel so früh und so spürbar angekommen wie bei den Transport- und Logistikunternehmen. Das liegt zum einen am Image: Potenzielle Mitarbeiter sehen zwar die Chancen, die sich bieten, sie erkennen aber die zentrale Bedeutung logistischer Leistungen für unser Wirtschafts- und Gesellschaftssystem noch nicht ausreichend. Zum anderen hat dieser Bereich tatsächlich Nachholbedarf im Vergleich zu anderen Branchen, wenn es um Arbeitsbedingungen und Bezahlung geht. Insgesamt haben die Verantwortlichen das Problem erkannt, wie die BVL-Umfrage „Fachkräfte in der Logistik“ aus dem Jahr 2017 ergab. Vor allem die Logistikdienstleister klagen über einen deutlichen Mangel, auch wenn sie die Situation im eigenen Unternehmen etwas besser einschätzen als im Wirtschaftsbereich insgesamt:

Befragte Logistikdienstleister:

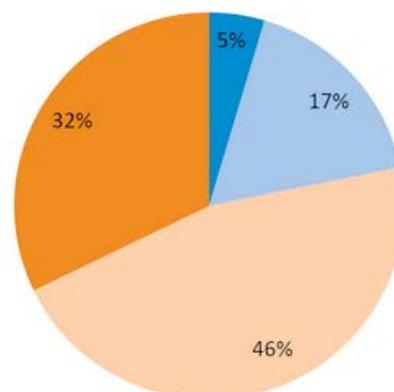
Wie schätzen Sie den Fachkräftemangel in Transport und Logistik allgemein ein?

■ gar nicht bemerkbar ■ kaum bemerkbar
■ bemerkbar ■ stark bemerkbar



Wie schätzen Sie den Fachkräftemangel in Ihrem Unternehmen ein?

■ gar nicht bemerkbar ■ kaum bemerkbar
■ bemerkbar ■ stark bemerkbar



Ein genaueres Bild bietet sich bei der Nachfrage, welche Fachkräfte besonders fehlen:



Quelle: Fachkräftemangel in der Logistik – BVL-Umfrage von 2017

Doch warum wird es für Unternehmen immer schwieriger, geeignete Mitarbeiter zu finden und langfristig zu binden? Und weshalb sind Logistiker davon besonders stark betroffen? Dafür sind zwei Entwicklungen ursächlich:

1. Die demografische Entwicklung

Jeder Personalverantwortliche hat mitbekommen, dass sich in Deutschland eine bedenkliche demografische Entwicklung vollzieht. In den letzten Jahrzehnten ist die Geburtenrate massiv gesunken. Im stärksten „Babyboomer“-Jahr 1964 wurden in der alten Bundesrepublik 1.357.304 Kinder geboren. Auch wenn im Jahr 2016 die Rate wieder leicht angestiegen ist, so liegt die Zahl mit 738.000 Kindern noch immer weit entfernt von den geburtenstarken Jahrgängen. Entscheidend dabei ist, dass deutlich weniger junge Menschen in den Arbeitsmarkt eintreten als ältere austreten. Dass der Nachwuchs fehlt, zeigt sich zunächst vor allem darin, dass sich Ausbildungsplätze und Lehrstellen schwieriger besetzen lassen. Allein im Handwerk sind aktuell (August 2018) noch 20.000 Lehrstellen unbesetzt. Doch da diese Entwicklung voranschreitet, werden bald alle Ebenen des Arbeitslebens und sämtliche Branchen massiv davon betroffen sein. Der „Kampf um Talente“ verschärft sich massiv. Die demografische Verschiebung ist der folgenden Grafik zu entnehmen.



Quelle: Statista 2016

Der Wirtschaftsbereich Logistik ist davon besonders stark betroffen. Dafür zwei Beispiele: Etwa 18 Prozent der heutigen Lokführer sind älter als 55 Jahre, aber nur 5,7 Prozent jünger als 25 Jahre. 28 Prozent der Berufskraftfahrer sind heute älter als 55 Jahre. Die Bundesagentur für Arbeit hat kürzlich ausgerechnet, dass derzeit etwa 45.000 Berufskraftfahrer fehlen. Laut Institut der Deutschen Wirtschaft wird die Situation noch dadurch verschärft, dass das durchschnittliche Renteneintrittsalter in diesem Beruf bei 60 Jahren liegt. Der Fahrermangel führt auch dazu, dass Unternehmen Umsatz verlieren, weil sie ihre Lkw nicht nutzen können.

2. Die Digitalisierung

In Hinblick auf die Digitalisierung zeigt sich in der Logistik ein zweiseitiges Bild: Einerseits ist der Wirtschaftsbereich ein absoluter Vorreiter in der Entwicklung und Integration digitaler Lösungen in den Arbeitsalltag. In den letzten Jahrzehnten sind bereits zahllose Prozesse erfolgreich digitalisiert worden. Andererseits liegt die Logistik bezüglich der Fortschritte bei der Digitalisierung nur im Mittelfeld von zehn untersuchten Branchen. Das ergab eine Studie der d.velop AG aus dem Jahr 2017. Zwar sind rund 34 Prozent der Investitionsbudgets für Digitalisierungsmaßnahmen vorgesehen, doch fast 40 Prozent der befragten Unternehmen gaben an, dass es ihnen noch an digitalen Kompetenzen fehlt. Deshalb erzielten die bisherigen digitalen Lösungen oft nicht die gewünschte Wirkung. So erklärt sich einerseits, warum IT-Fachkräfte in diesem Wirtschaftsbereich so gefragt sind, und andererseits auch, warum sie ihn nicht als erste Wahl für ihre Karriere ansehen.

Es ist keine Frage: Die „digitale Transformation“ schreitet unaufhaltsam voran – mit allen Konsequenzen für den Arbeitsmarkt. Damit steigt auch in der Logistik der Bedarf an IT-Fachleuten deutlich an. Mehr noch: Die Arbeitswelt verändert sich grundlegend, betroffen sind die Berufsbilder und die Anforderungen an Mitarbeiter. Besonders gefragte Kompetenzen sind künftig Teamfähigkeit, vernetztes Denken sowie selbständiges und unternehmerisches Handeln. Die Personalverantwortlichen sind gefordert, diese Kompetenzen bei den bestehenden Mitarbeitern zu stärken sowie entsprechend qualifizierte Mitarbeiter zu finden. Damit rückt auch zum Beispiel die Personalentwicklung, nicht zuletzt älterer Mitarbeiter, stärker in den Fokus. Andererseits wertet die fortschreitende Digitalisierung den Wirtschaftsbereich Logistik als Arbeitsfeld auf. Die neuen Lösungen sowie die Aufgaben, die sich dadurch ergeben, sind wiederum vor allem für Berufseinsteiger attraktiv. So könnte die Logistik langfristig als Arbeitgeber zur Industrie aufschließen, die bisher oft die Nase vorn hatte. Damit das gelingt, ist auch eine engagierte Image-Arbeit nötig.

Ohne Strategie geht es nicht!

Die beiden genannten Entwicklungen führen dazu, dass es deutlich zeitintensiver und teurer wird, passendes und kompetentes Personal zu finden, zu binden und zu entwickeln. Dies ist den Verantwortlichen in vielen Unternehmen mittlerweile auch durchaus bewusst. Doch häufig reagieren sie darauf sehr maßnahmengetrieben. Aus der momentanen Not heraus lassen sie Anzeigen schalten, besuchen Messen, drucken Flyer, drehen Videos oder hängen eben ein Banner an ihr Firmengebäude. All diese Maßnahmen dienen dem Recruiting, in das Unternehmen derzeit bevorzugt investieren, Doch das reicht nicht! Auch wenn die Besetzung wichtiger Positionen nicht warten kann, muss sich das Management auf höchster Ebene intensiver und langfristiger mit dem Thema Fachkräfte befassen. Das bedeutet, Personalarbeit strategisch anzugehen – mit dem Ziel, eine starke Arbeitgebermarke zu schaffen. Logisch gesehen steht Recruiting damit sogar am Ende der HR-Prozesse. Denn es gelingt umso leichter, neue Mitarbeiter zu finden, je sorgfältiger die Arbeitgebermarke zuvor erarbeitet wurde und „gelebt“ wird. Deren Kern bilden ein attraktives Angebot für Mitarbeiter, eine positive Unternehmenskultur, ein kongruentes Führungshandeln und eine klare Kommunikation der Stärken. Der Weg dorthin besteht aus Phasen, die die Verantwortlichen sorgfältig planen und gestalten sollten.

Eine starke Arbeitgebermarke wirkt sich positiv auf die Personalarbeit aus – und das nach Innen und Außen. Sie erleichtert nicht nur das Recruiting, indem sie passende Bewerber anspricht. Auch intern sorgt sie dafür, dass sich die Mitarbeiter stärker mit ihrem Arbeitgeber identifizieren und sich langfristig an ihn binden.

Nachhaltig investieren und langfristig sparen

Der Aufbau einer starken Arbeitgebermarke kostet Geld, doch diese Investition lohnt sich langfristig. Denn sie ist das beste Mittel, um passendes Personal zu finden, zu binden und damit auch die Fluktuation zu senken. Denn dank XING und LinkedIN gehören Abwerbeversuche heute zur Tagesordnung. Personalexperten schätzen, dass jeder Personalwechsel etwa 1,5 Jahresgehälter des ausscheidenden Mitarbeiters kostet. Es fallen nicht nur Kosten für die Rekrutierung des Nachfolgers an. Zudem entstehen Ausgaben in der Übergangsphase, etwa für Abstimmungs- und Austrittsgespräche mit dem scheidenden Mitarbeiter, die Zeugniserstellung, die Information der Kollegen und die Einarbeitung der neuen Kraft. Darüber hinaus ist das Gehalt eines neuen Mitarbeiters derzeit häufig höher als das des bisherigen. Es ist daher enorm wichtig, Mitarbeiter nach der Einstellung sorgsam zu integrieren, zu entwickeln und langfristig zu binden.

Unternehmen können für ihre Arbeitgebermarke Konzepte nutzen, die sich für die Bildung ihrer Unternehmensmarke(n) bewährt haben. Denn wie jede andere Marke auch steht die Employer Brand für bestimmte Versprechen, die das Unternehmen abgibt und die es einzulösen gilt. Unternehmens- und Arbeitgebermarke stehen in engem Zusammenhang miteinander. Beide Marken profitieren von der Stärke der jeweils anderen und stellen sich im Idealfall als Einheit dar. Gleichzeitig basieren sie aber auf unterschiedlichen inhaltlichen Stärken und Botschaften. Denn ihre jeweiligen Zielgruppen unterscheiden sich – und darauf müssen sich die Versprechen ausrichten.

Merke: Strategisch vorgehen

Maßnahmen wie Stellenanzeigen, Imagefilme oder Messeauftritte sind wichtig. Ihnen müssen jedoch analytische und konzeptionelle Phasen vorausgehen. Employer Branding ist eine strategische Management-Aufgabe, der die Geschäftsführung große Beachtung schenken muss. Die Führung sollte entsprechende Maßnahmen gemeinsam mit den relevanten Fachbereichen anstoßen und unterstützend begleiten. Der Prozess selbst ist als langfristiger und zielgerichteter Weg zu verstehen, der sorgfältig zu planen ist.

Der Prozess: Wie entsteht eine starke Arbeitgebermarke?

Wer sich mit der eigenen Arbeitgebermarke beschäftigen will, muss Know-how aufbauen, Kompetenzen erwerben und Prozesse gestalten. Im Folgenden wird dargestellt und erläutert, wie die Verantwortlichen strukturiert vorgehen.¹

¹ In Anlehnung an Wolf Reiner Kriegler: Praxishandbuch Employer Branding, 2. Auflage 2014; Haufe-Fechbuch

1. Kick-off

i. Grundsatzentscheidung:

Zunächst muss die Führung des Unternehmens sich grundsätzlich für das Prinzip des Employer Branding entscheiden. Denn diese strategische Arbeit kostet Zeit und Geld und erfordert Fachwissen. Es geht um eine Investition in die Zukunftsfestigkeit des Unternehmens.

ii. Kompetenzen- und Ressourcenplanung:

Mitglieder der Geschäftsführung planen gemeinsam mit dem Personalbereich die zeitlichen und finanziellen Ressourcen und stellen diese bereit. Das klingt trivial, in der Praxis erhalten die verantwortlichen Mitarbeiter jedoch häufig nicht ausreichend Zeit und Budget für ein erfolgreiches Employer Branding. Fehlen Kompetenzen, müssen diese aufgebaut werden. Das kann in Form von Fortbildungen für die bisherigen Mitarbeiter geschehen, durch neue Mitarbeiter oder auch mithilfe von externen Experten. Weiterhin ist es wichtig, bereits in dieser frühen Phase den Betriebsrat ins Boot zu holen.

iii. Projektteam bilden und Zuständigkeiten klären:

Die Projektleitung sollte eine Person übernehmen, die sich im Unternehmen sehr gut auskennt, anerkannt und gut vernetzt ist. Das muss nicht zwingend der Personalleiter sein. Das Team sollte folgende Personen beziehungsweise Funktionen umfassen:

- Projektleitung
- Projektassistenz
- Vertreter der Personalentwicklung
- Vertreter der Unternehmenskommunikation

Ein Team gut integrierter Mitarbeiter steht im Zentrum des Employer Branding. Häufig kann ein externer Berater aber noch eine wertvolle Ergänzung sein, etwa bei der Analyse der Unternehmenskultur. Er kann einen unverstellten Blick auf das Unternehmen und sein „Innenleben“ werfen und den vorhandenen Gestaltungsspielraum aufzeigen.

Es ist wichtig, dass über das Projektteam hinaus noch weitere Mitarbeiter den Employer Branding-Prozess mitgestalten. Denn die Arbeitgebermarke sollte auf einer möglichst breiten Basis fußen, um von der Belegschaft getragen zu werden. Dafür bildet sich ein weiteres Team, das aus Mitarbeitern verschiedener Ebenen und Bereiche bestehen sollte. Es beteiligt sich an der inhaltlichen Ausarbeitung und der Formulierung von Botschaften.

Merke: Kommunikationsexperten früh einbeziehen

Die Unternehmenskommunikation sollte von Beginn des Prozesses an mitwirken und ihre spezifische Expertise einbringen. Die Experten können zum Beispiel am besten einschätzen, welche Botschaften und Versprechen die Zielgruppen auf welchem Wege erreichen. Ein häufiger Fehler besteht darin, die Kommunikationsexperten erst am Ende einzubinden, wenn es um die Konzeption und Umsetzung von Maßnahmen geht. Employer Branding fußt aber gleichermaßen auf strategischer Personalarbeit *und* Kommunikation.

2. Analyse

i. Kulturanalyse:

Das Wissen um die eigene Kultur sowie deren nachhaltige Kommunikation ist ein wesentlicher Faktor des Employer Branding. Daher steht die Kultur am Anfang der Analysephase. Im Mittelpunkt stehen Fragen wie:

- Welche Vision treibt das Unternehmen?
- Welche Werte werden propagiert, welche gelebt?
- Gibt es eine Kluft dazwischen? Wenn ja, wie lässt sie sich schließen?
- Wie hierarchisch sind die Strukturen?
- Wie sehen geschriebene und ungeschriebene Gesetze aus?
- Wie steht es um die Willkommenskultur?
- Wie geht die Organisation mit Diversität um?
- Wodurch zeichnen sich Verhalten und Kommunikation der Führungskräfte aus?
- Welcher Umgangston herrscht im Arbeitsalltag?

Die Kulturanalyse zeigt zunächst ganz „neutral“ den Status quo. Ob die Ergebnisse herausragende Qualitäten des Unternehmens oder eher Lernfelder widerspiegeln, bedarf der Interpretation. Hierfür sind die Ziele der Geschäftsführung ein wichtiger Maßstab. Ein Beispiel: Eine stark wettbewerbsorientierte Kultur kann gewollt sein und sollte später auch entsprechend kommuniziert werden. Es geht schließlich darum, passende Mitarbeiter zu finden. Allerdings muss sich die Geschäftsführung vor dem Hintergrund des drohenden Fachkräftemangels auch mit den Wünschen und Bedürfnissen der Bewerber und Mitarbeiter auseinandersetzen. So gibt es Anforderungen, die künftig nicht mehr verhandelbar sind. Dazu zählen Wertschätzung und Respekt im Umgang mit den Mitarbeitern. Untersuchungen haben gezeigt, dass Arbeitgeber mit Wertschätzung und Respekt langfristig mehr punkten als mit materiellen Benefits. Die kulturelle Passung ist der Schlüssel zu langfristiger erfolgreicher Zusammenarbeit. Ergibt die Kulturanalyse,

dass es an Respekt und Wertschätzung mangelt, muss die Unternehmensführung eine Veränderung anstoßen. Dabei sollte sie sich darüber im Klaren sein, dass ein kultureller Wandel keine Kleinigkeit ist. Denn die Kultur wird vor allem von den Führungskräften und ihrem Verhalten geprägt. Und dabei spielt immer auch deren individuelle Persönlichkeit eine große Rolle. Ein forderndes Verhalten gegenüber Mitarbeitern war lange Zeit völlig in Ordnung, da es ausreichend Bewerber gab. Das ändert sich gerade massiv. Führungskräfte stehen in der Verantwortung für den Erfolg des Unternehmens. Wenn ihre Verhaltensweisen diesen Erfolg gefährden, muss ein Change-Prozess beginnen. Die Erfahrung zeigt, dass Employer Branding fast immer mit weiteren Veränderungsprozessen einhergeht. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, sich das Ausmaß der nötigen Veränderungen bewusst zu machen und in den zeitlichen und inhaltlichen Erwartungen realistisch zu sein.

ii. Interessensanalyse: Was sagen die Mitarbeiter?

Es ist ganz normal, dass Führungskräfte und Mitarbeiter unterschiedliche Interessen verfolgen. Überspitzt formuliert: Der Arbeitgeber möchte von seinen Mitarbeitern möglichst viel Leistung bei möglichst geringen Kosten. Der Mitarbeiter möchte hingegen einen möglichst hohen Verdienst zu möglichst angenehmen Bedingungen. Entsprechend ist auch die Sicht auf die Arbeitgeberqualitäten unterschiedlich. So preisen Unternehmen zum Beispiel in Stellenanzeigen Vorteile wie guten Kaffee oder einen Tischkicker im Gemeinschaftsraum an. Ein Arbeitgeber lockte sogar mit „pünktlicher Gehaltszahlung“. Diese vermeintlichen Leistungen reichen längst nicht mehr aus. Von Anfang an sollte das Unternehmen eher auf einen kulturellen Vorsprung im Wettbewerb um Mitarbeiter setzen. Dafür kann es Themen der Unternehmenskultur bereits in Stellenanzeigen und auf der eigenen Karriere-Webseite platzieren. Aber auch ein Bewerbermanagement, das sich an den Bedürfnissen der potenziellen Mitarbeiter ausrichtet, spricht für den Arbeitgeber. Dazu zählen persönliche Erreichbarkeit der Ansprechpartner, schnelle und freundliche Rückmeldungen auf Bewerbungen und Gespräche, respektvolle Absagen und, wenn es zum Abschluss kommt, faire Vertragsbedingungen sowie eine sorgfältige Einarbeitung.

Beide Gruppen, Arbeitgeber und Mitarbeiter, können sich meist auf ein gemeinsames Ziel einigen: Sie wollen am Erfolg des Unternehmens mitwirken. Für Employer Branding ist es sehr hilfreich, dieses gemeinsame Interesse in den Fokus zu rücken.

Merke: Mitarbeiter befragen

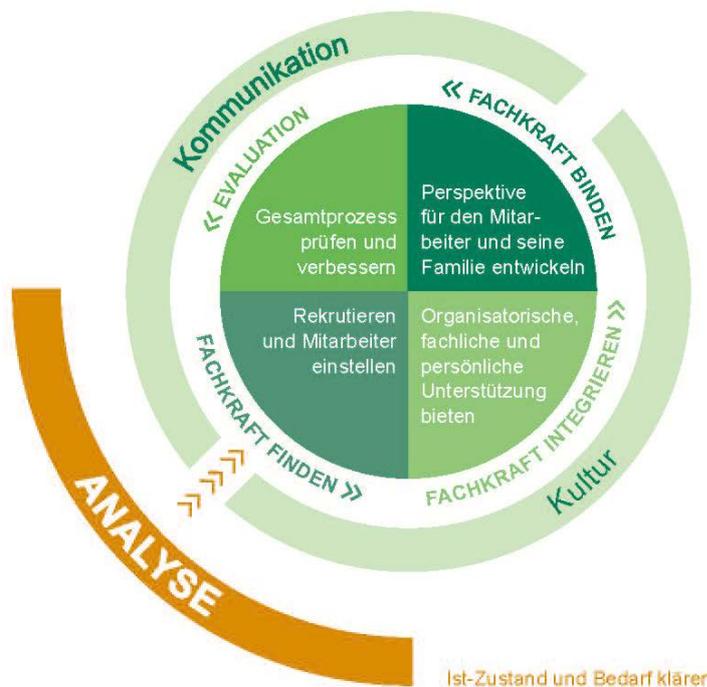
Ein Unternehmen, das es mit Employer Branding ernst meint, muss wissen, was seine Mitarbeiter wirklich bewegt. Ein Mittel um das herauszufinden ist eine professionelle Mitarbeiterbefragung, die Vertraulichkeit und Anonymität gewährleistet. Sie zeigt den Verantwortlichen, womit sie ihre Mitarbeiter wirklich begeistern können und was ihnen

am meisten fehlt – die beste Voraussetzung für erfolgreiches Employer Branding. Mitarbeiterbefragungen sind zwar einerseits zeitaufwändig und teuer, andererseits eine zentrale Informationsquelle für das Management. Die Befragung sollte etwa alle zwei Jahre wiederholt werden, um Entwicklungen zu erkennen und zu prüfen, ob die Erkenntnisse aus der letzten Befragung konstruktiv genutzt und umgesetzt wurden.

iii. Angebotsanalyse: Was bietet das Unternehmen seinen Mitarbeitern?

Der Arbeitgeber muss klären, welche Zielgruppen er mit welchen Botschaften ansprechen will. Ein besonders wirksames Kommunikationsmittel sind Stories, etwa von Mitarbeitern, die diese Botschaften enthalten. Inhaltlich wird dadurch das Angebot des Unternehmens an seine Mitarbeiter deutlich. Es ist notwendig, dieses Angebot zunächst zu beleuchten und weiterzuentwickeln. Dabei hilft es, die eigene Personalarbeit in einzelne Phasen zu unterteilen, etwa „Fachkraft finden – integrieren – binden“. Die folgende Grafik stellt diese Phasen sowie die anschließende Evaluation in einem Zirkel dar. Es empfiehlt sich, das Angebot an die Mitarbeiter in den jeweiligen Phasen zu betrachten und zu verbessern:

5-PHASEN-MODELL EMPLOYER BRANDING



Quelle: Mainblick – Agentur für Strategie und Kommunikation GmbH

iv. Wettbewerbsanalyse: Was bieten die anderen?

Es ist hilfreich zu recherchieren, wie sich andere Unternehmen, sowohl des eigenen Wirtschaftsbereichs als auch anderer Branchen, als Arbeitgeber darstellen. Dadurch erkennen Arbeitgeber, wie hoch die Messlatte liegt. Es gilt die Devise: Lassen Sie sich inspirieren, aber kopieren Sie nichts! Alle Botschaften müssen zum jeweiligen Unternehmen und seinen Zielgruppen passen. Ein Blick über den Tellerrand ist sinnvoll. Denn Transport- und Logistikunternehmen stehen auch im Wettbewerb zu Industrie und Handel, die scheinbar attraktivere Arbeitsumfelder bieten. So kann es zum Beispiel nützlich sein, die Arbeitgeberqualitäten des benachbarten Automobilzulieferers genauer unter die Lupe zu nehmen.

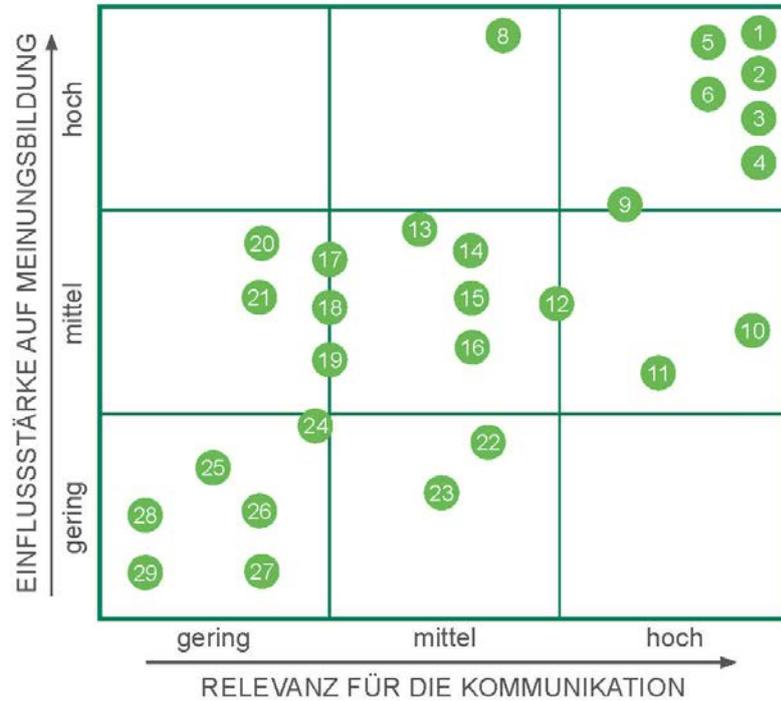
v. Zielgruppenanalyse: Welche (potenziellen) Mitarbeiter will das Unternehmen künftig ansprechen?

Die Analyse der Zielgruppen, auch Stakeholder genannt, steht in engem Zusammenhang mit der Personalbedarfsplanung. Diese richtet sich an der Personalstrategie aus, die sich wiederum aus der Unternehmensstrategie ableitet:

Plant das Unternehmen,

- Geschäftsbereiche aus- oder abzubauen?
- neue Märkte zu erschließen?
- neue Produkte/Dienstleistungen zu entwickeln?
- andere Firmen zu übernehmen?

Dies führt zu der alles entscheidenden Frage: Welche Bewerber/Mitarbeiter werden dafür gebraucht und sind daher Zielgruppe? Sind diese einzelnen Stakeholder wie etwa IT-Fachkräfte, Auszubildende oder ältere Arbeitnehmer identifiziert, sollte man sie in eine Matrix eintragen, die bei der Priorisierung und der Ausarbeitung der passenden Botschaften hilft:



Die nummerierten Punkte repräsentieren die einzelnen Zielgruppen/Stakeholder.

Quelle: Mainblick – Agentur für Strategie und Kommunikation GmbH

Auch wenn die Priorisierung der Zielgruppen bei jedem Unternehmen anders ausfällt, gibt es doch eine Gemeinsamkeit: Die derzeitigen Mitarbeiter sind immer extrem bedeutsam, sowohl für die Meinungsbildung als auch für die Kommunikation. Sie werden daher in das Feld ganz rechts oben eingetragen.

3. Strategieentwicklung und Kommunikation

i. Die Employer Value Proposition (EVP)

Bereits in der Analysephase hat das Projektteam die Zielgruppen identifiziert. Nun geht es darum, die Employer Value Proposition (EVP), das Alleinstellungsmerkmal eines Arbeitgebers, im Hinblick auf diese Zielgruppen auszuarbeiten. Dabei handelt es sich nicht um ein einzelnes Merkmal. Die EVP setzt sich vielmehr aus den verschiedenen Teilen des Arbeitgeberangebots zusammen: Vergütung, Kultur, Arbeitsumgebung, Entwicklungsmöglichkeiten, Gesundheitsmanagement etc. Das Projektteam nutzt dafür die Ergebnisse der Analysephase. Beim Betrachten der Ergebnisse ergibt sich ein Gesamtbild des Arbeitgebers mit seiner spezifischen Kultur. Nun kann das Unternehmen seine individuellen Schwerpunkte setzen. Dabei richtet es sich konsequent an den Zielgruppen aus. Will der Arbeitgeber zum Beispiel verstärkt ältere, erfahrenere Fachkräfte ansprechen, werden Leistungen im Gesundheitsmanagement und eine attraktive Vergütung wichtig sein. Bei jungen Talenten sind es eher die Entwicklungsmöglichkeiten und fle-

xible Arbeitszeiten. Da aber kaum nur eine Zielgruppe in Frage kommt, sollten diese Schwerpunkte so in das Gesamtangebot für Mitarbeiter eingebettet und differenziert werden, dass sie auch die anderen Zielgruppen des Unternehmens ansprechen. Will sich also ein Arbeitgeber besonders über sein Weiterbildungsangebot positionieren, entwickeln die Verantwortlichen ein ausgereiftes Weiterbildungskonzept und differenzieren es für alle Mitarbeitergruppen des Unternehmens – von den Auszubildenden bis zu den Führungskräften. Zusätzlich prüfen sie aber auch, ob die Vergütungen angemessen sind und beschließen Maßnahmen zur Förderung einer positiven Unternehmenskultur. Auch wenn die Vergütung für Bewerber und Mitarbeiter nicht unbedingt das entscheidende Kriterium für oder gegen einen Arbeitgeber ist, fungiert sie an dieser Stelle des Employer-Branding-Prozesses als wichtiger Bezugspunkt: Je weiter die Vergütung unter dem branchenüblichen Niveau liegt, umso mehr muss der Arbeitgeber in anderen Bereichen bieten, um attraktiv zu sein. Das Projektteam erstellt also einen Katalog der Merkmale, mit denen sich das Unternehmen auszeichnen will und bringt die Vergütung mit den nichtmateriellen Angeboten in Balance.

Merke: Arbeitsbedingungen und Bezahlung verbessern!

Neben den individuellen Schwerpunkten, die das Unternehmen setzen sollte, gibt es einen allgemeinen Entwicklungsbedarf im Wirtschaftsbereich Logistik: Arbeitsbedingungen und Bezahlung müssen sich verbessern, will der Bereich als Arbeitgeber künftig wettbewerbsfähig sein. Als Gegenargument werden häufig die geringen Margen angeführt, die wenig finanziellen Spielraum lassen. Das ist verständlich, greift aber zu kurz. Wenn Lkw nicht bewegt oder Sendungen nicht bearbeitet werden, weil das Personal fehlt, ist der wirtschaftliche Schaden langfristig größer.

ii. Kommunikationsstrategie

Auch die Kommunikationsstrategie richtet sich konsequent auf die Zielgruppen aus. Die Schwerpunkte des Arbeitgeberangebots, aus denen sich die EVP zusammensetzt, werden nun zu Themen, Botschaften und Stories ausgearbeitet. Besonders authentisch wirkt es, wenn die Mitarbeiter selbst als Botschafter agieren – vorausgesetzt, sie müssen nicht schauspielern, sondern geben wirklich ihre eigene Erfahrung als Arbeitnehmer weiter. Dann können Mitarbeiter-Statements in die Maßnahmenplanung aufgenommen und über verschiedene Kanäle verbreitet werden, zum Beispiel in einem Arbeitgebervideo. Die Maßnahmenplanung umfasst für die einzelnen Zielgruppen passende Formate und legt die Kanäle fest. Leitfragen sind:

- Über welche Kanäle lässt sich die Arbeitgebermarke zunächst an die Mitarbeiter kommunizieren?
- Welche multimedialen Inhalte sind für die Karriere-Webseiten zu erstellen, um die Arbeitgebermarke an Bewerber zu kommunizieren?

- Welche Botschaften enthalten die jeweiligen Stellenanzeigen und wo erscheinen diese?
- Welche Zielgruppen erreicht man über welche Kanäle?
- Wie und wo kommen die eigenen Mitarbeiter zu Wort?
- Welche Themen eignen sich für Live-Kommunikation, also für Veranstaltungen?

Wichtig ist, die Arbeitgebermarke nach innen und außen zu kommunizieren. Markenspezialisten betonen immer wieder, dass der Erfolg davon abhängt, wie authentisch und unverwechselbar die Marke ist. Das klingt trivial, doch tatsächlich erreichen nur wenige Unternehmen dieses Ziel: In Stellenanzeigen und auf Karriere-Webseiten überbieten sie sich gegenseitig mit austauschbaren, wenig glaubhaften Floskeln: Die Unternehmen und ihre Produkte sind allesamt „herausragend“ und „einzigartig“, ihre Mission „leidenschaftlich“, „engagiert“ und „klar“. Die Mitarbeiter sind das „Herz“, „Herzstück“ oder das „wertvollste Kapital“. Was hilft? Die eigenen Leistungen konkret beschreiben und erklären. Hier nur einige Beispiele:

- Wir zahlen 13 Monatsgehälter.
- Wir bieten verschiedene Teilzeitmodelle.
- Ein persönlicher Pate begleitet Ihre Einarbeitung.
- In unserem Haus gibt es ein Fitnessstudio für Mitarbeiter.
- Wir betreiben einen eigenen Kindergarten.
- Sie erhalten ein Jobticket.
- Einmal wöchentlich kommt ein Masseur ins Haus.
- Frisches Obst und Getränke stehen kostenlos zur Verfügung.

Natürlich werden diese Botschaften in zielgruppengerechter Sprache formuliert. Unternehmen sollten sich trauen, ihre Kultur konkret und ehrlich zu beschreiben:

- Unsere Mitarbeiter sind überdurchschnittlich engagiert und leisten im Schnitt X Überstunden pro Monat.
- Unsere Mitarbeiter sind leistungs- und aufstiegsorientiert.
- Wir legen großen Wert auf konstruktives Feedback. Alle unsere Führungskräfte sind entsprechend geschult.
- Wir sind daran interessiert, die Diversität im Unternehmen zu steigern und gemischte Teams aufzubauen.
- In unserem Haus arbeiten Menschen aus X Nationen respektvoll zusammen.

Es ist wichtig, bei sich selbst und den eigenen Werten zu bleiben. Wer den Mut zum eigenständigen Profil aufbringt und sich klar auf seine Zielgruppen ausrichtet, ist auf einem erfolgsversprechenden Weg!

Merke: Karriere-Webseiten in den Fokus!

Jobsuche ist heute ein Online-Thema. Im Internet suchen Menschen nach Stellenanzeigen und informieren sich über potenzielle Arbeitgeber. In der Kommunikationsstrategie kommt daher den Karriere-Webseiten besondere Bedeutung zu. Schnell und übersichtlich sollte der Nutzer erfahren, für welche Kultur das Unternehmen steht und was es seinen Mitarbeitern bietet. Interessenten sollten auf Grundlage dieser Informationen entscheiden können, ob sie zum Unternehmen passen.

Es ist zweifelsohne eine Gratwanderung, sich einerseits als attraktiver Arbeitgeber zu präsentieren und andererseits klarzustellen, wer zu einem passt und wer nicht – und dadurch eben auch bestimmte Bewerber abzuhalten. Diese Grenze ist nicht immer eindeutig zu ziehen. Auch ein zunächst nicht passend erscheinender Bewerber kann sich entwickeln und möglicherweise doch gut im Unternehmen ankommen. Hier muss jeder Arbeitgeber entscheiden – mitunter auch im Einzelfall – wo er die Grenze zieht und diese klar kommunizieren.

Die Pflege der Arbeitgebermarke

Märkte sind dynamisch, der Arbeitsmarkt auch. Deshalb ist Employer Branding kein Prozess, der irgendwann abgeschlossen ist. Sobald ein Unternehmen seine authentische Employer Brand erarbeitet hat und die Projektphase beendet ist, sollte die Zuständigkeit für die Pflege der Arbeitgebermarke geklärt werden. Am besten benennt man einen Employer-Brand-Manager, der den Arbeitsmarkt beobachtet, die Rückmeldungen von Bewerbern sowie Mitarbeitern auswertet und darauf achtet, dass die Versprechen der Marke auch eingehalten werden. Er sorgt dafür, dass die Arbeitgebermarke lebendig bleibt. Dafür muss er sie immer weiter verbessern und den aktuellen Entwicklungen anpassen.

Arbeit am Image der Logistik

Die ausführlich beschriebene Entwicklung einer individuellen Arbeitgebermarke ist der wichtigste Schritt, um langfristig erfolgreich zu sein. Darüber hinaus sollten sich Unternehmen der Transport- und Logistikbranche aber auch um das allgemeine Image des Wirtschaftsbereichs kümmern. Noch immer verbinden zu viele Menschen die Logistik mit Lkw-Staus, verschmutzten Innenstädten und unterbezahlten, übermäßig geforderten Mitarbeitern. Doch neben den nötigen Veränderungen der Arbeitsbedingungen und der Bezahlung gibt es weitere Ansatzpunkte, um die Logistik positiv darzustellen. So fungiert sie für alle Wirtschaftsbereiche von Textil über Automobil bis zum Handel

als Dienstleister mit einem weltumspannenden Netz. Gepaart mit der Dynamik und Schnelligkeit der Branche ergeben sich daraus packende Bilder, die sich für die Image-Arbeit hervorragend nutzen lassen. Für die Personalverantwortlichen sind diese Bilder ebenfalls enorm wertvoll, da sie (potenzielle) Mitarbeiter emotional ansprechen und für die Logistik begeistern können. Folgende Bildwelten können sie gezielt im Recruiting sowie für die Mitarbeiterbindung nutzen:

- Attraktive Produkte aus dem täglichen Leben: Ein Smartphone, aber auch eine frische Frucht oder ein schickes Kleidungsstück in einer Transportsituation stellen dar, dass Logistik überall und jederzeit in unserem Alltag präsent ist.
- Teamplay: Logistik funktioniert nur in Zusammenarbeit. Bilder von heterogenen Teams verdeutlichen die Vielfalt und den kommunikativen Aspekt. Auch Abbildungen von Kugelbahnen und Zahnrädern mit Mechanismen können das Zusammenwirken darstellen.
- Digitalisierung: Prozesse verändern sich, neue Berufe entstehen: Auf Bildern sollte Hightech in Verbindung mit Menschen gezeigt werden, etwa ein Mitarbeiter mit Datenbrille. Der Nutzen der Technik für die Menschen wird so ersichtlich.
- Urbanisierung: Bilder aus einer lebenswerten Stadt entsprechen dem aktuellen Wunsch vieler Menschen, in einem städtischen Umfeld zu leben.
- Großprojekte: Gigantische Projekte wie zum Beispiel der Gotthard-Tunnel zeigen, welche enormen Aufgaben logistisch gelöst werden können und müssen.
- Internationalisierung: Drehkreuze wie Bahnhöfe, Flug- und Überseehäfen symbolisieren die gestiegene Mobilität der Menschen und die positiven Seiten der Globalisierung wie sprachlicher und kultureller Austausch und blühende, wirtschaftliche Beziehungen.
- Internationale Hilfe: Bei humanitären Projekten ist Logistik wesentlicher Bestandteil, damit Hilfe zur rechten Zeit am rechten Ort ankommt. Auch das lässt sich bildhaft darstellen.

Image-Arbeit ist eine langfristige Aufgabe. Hierfür setzen sich auch Verbände und Organisationen wie die Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. ein. Aber auch die Unternehmen selbst können wesentlich zu einem besseren Image beitragen, indem sie die spannenden Seiten der Logistik stärker kommunizieren. Und nicht zuletzt begründen die tatsächlichen Arbeitsbedingungen in den Unternehmen des Wirtschaftsbereichs dessen Image. Hier sollten Arbeitgeber kritisch mit sich selbst sein und eingehend prüfen, was sie noch bieten können.

Fazit

Eine starke Arbeitgebermarke und ein besseres Branchen-Image – von diesen beiden Punkten hängt die Zukunft der Arbeitgeber in der Logistik ab. Hier zu investieren, ist dringend notwendig. Denn zum einen identifizieren sich Mitarbeiter stärker mit ihrem Arbeitgeber und engagieren sich mehr. Zum anderen erleichtert eine starke Arbeitgebermarke das Recruiting erheblich. Beides spart langfristig Kosten. Daher geht ein entschiedener Appell an alle Arbeitgeber der Logistik: Erkennen Sie den Wert Ihrer Mitarbeiter und sorgen Sie dafür, dass sie gerne bei Ihnen arbeiten. Fangen Sie noch heute damit an!

Literaturhinweise

Haufe Studien-Reihe: HR-Image 2013.

Die Personalabteilung: Fremd- und Eigenbild, März 2013.

d.velop AG: Branchenstudie Digitalisierungsstatus 2017

ManpowerGroup: Studie Fachkräftemangel. 10. Ausgabe 2015.

RKW Kompetenzzentrum: Fachkräfte finden & binden – Vielfalt nutzen, Januar 2015.

Wolf Reiner Kriegler: Praxishandbuch Employer Branding, 2. Auflage 2014.

Die Autorin

Beatrice Maisch ist Projektmanagerin und Konzeptionerin bei Mainblick – Agentur für Strategie und Kommunikation GmbH. Sie berät Kunden aus verschiedenen Branchen und entwickelt Lösungen im Bereich der strategischen internen und externen Kommunikation. Zu ihren inhaltlichen Schwerpunkten zählen Employer Branding und Mitarbeiterkommunikation. Rund um dieses Thema konzipiert sie Veranstaltungen, erstellt redaktionelle Beiträge und entwirft Kommunikationskonzepte.