

Mobility in a Globalised World 2017

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



University
of Bamberg
Press

19 Logistik und Supply Chain Management

Logistik und Supply Chain Management

Band 19

Herausgegeben von
Prof. Dr. Eric Sucky



Mobility in a Globalised World 2017

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



Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über den Hochschulschriften-Server (OPUS; <http://www.opus-bayern.de/uni-bamberg/>) der Universitätsbibliothek Bamberg erreichbar. Kopien und Ausdrücke dürfen nur zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch angefertigt werden.

Herstellung und Druck: docupoint, Magdeburg

Umschlaggestaltung: University of Bamberg Press, Larissa Günther

© University of Bamberg Press Bamberg, 2018

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

ISSN: 2191-2424

ISBN: 978-3-86309-571-0 (Druckausgabe)

eISBN: 978-3-86309-572-7 (Online-Ausgabe)

URN: urn:nbn:de:bvb:473-opus4-517664

DOI: <http://dx.doi.org/10.20378/irbo-51766>

Schriftenreihe

Logistik und Supply Chain Management

Herausgegeben von

Prof. Dr. Eric Sucky

Kontakt

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

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

Mobility in a Globalised World 2017

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Editors

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

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

Eric Sucky, Reinhard Kolke, Niels Biethahn, Jan Werner

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



Univ.-Prof. Dr.
Eric Sucky

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



Dr.-Ing. Rein-
hard Kolke

Niels Biethahn received his doctorate in Economic Sciences at the Ruhr-Universität in Bochum, Germany. Besides various positions in business consultancy, he significantly contributed to a restructuring process for a medium-sized automobile supplier as its Commercial Managing Director. Since 2009, he has been a lecturer at the Business and Information Technology School in Iserlohn. Additional to his task as a professor he is one of the founders of the “*Institut für Automobil Forschung*” in Dortmund. Moreover, he is one of the owners of the OPEX management simulation.



Prof. Dr. Niels
Biethahn

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



Prof. Dr. Jan
Werner

Danksagung

Wir als Herausgeber wollen uns zunächst bei allen Vortragenden der 7. *Mobility in a Globalised World*-Konferenz bedanken, die am 25./26.09.2017 in Köln stattfand.

Die Vortragenden haben es wieder geschafft, ein Feuerwerk an interessanten Vorträgen zum Thema Mobilität zu bieten und den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen Überblick zu geben, welche Forschungsbereiche zurzeit zum Thema Mobilität wesentlich sind. Anschließend haben Sie diese Ausführungen in interessante Beiträge überführt, deren Ergebnisse wir Ihnen als Herausgeber sehr gerne nahebringen. Vielen Dank für diese Mühen.

Eine internationale Konferenz ist immer die Zusammenarbeit vieler Engagierter. All denjenigen, die uns in den verschiedensten Bereichen unterstützt haben, wollen wir danken. Besonders hervorzuheben ist in diesem Jahr der Kollege Prof. Jan Werner, der – trotz familiären Nachwuchses – wieder einmal eine sehr schöne Konferenz in der lebendigen Stadt Köln organisiert hat.

Zu großem Dank verpflichtet sind wir auch den Mitgliedern des Scientific Committee, die viel Zeit für die Prüfung der eingegangenen Abstracts aufgewendet haben, und den Modulleitern, die für die Ausgestaltung des Programms zuständig waren. Danken möchten wir auch Herrn Prof. Dr. Markus Raueiser, dem Vize-Präsidenten der Cologne Business School, für die netten Geleitworte zur Eröffnung der Konferenz.

Herzlicher Dank gilt dem Team von Prof. Eric Sucky an der Universität Bamberg, insbesondere Astrid Nasucinska und Sophie Kurbjuhn, die in vielen Stunden auch die größten Änderungswünsche eingepflegt und damit sichergestellt haben, dass Sie als Leser nicht nur ein interessantes, sondern auch ansprechendes Werk vor sich haben.

Bamberg, März 2018

Eric Sucky, Niels Biethahn, Jan Werner, Reinhard Kolke

Inhaltsverzeichnis

Mobility in Logistics	3
------------------------------------	----------

Eric Sucky

Wasserstoff-basierte Mobilität – Konzeptionierung einer nachhaltigen Supply Chain	5
--	----------

Mark Pychal, Eric Sucky

Robust, nachhaltig oder grün? – Was ist „Slow Logistics“?	40
--	-----------

Immanuel Zitzmann

Soziale Nachhaltigkeit in Supply Chains – eine empirische Analyse.....	59
---	-----------

Yasemin Günenc

Mobility in Logistics & Business Models.....	101
---	------------

Niels Biethahn

Konzeption einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft.....	104
--	------------

Melanie Beck

Mobility Strategies in a globalised World – the Blockchain Canvas	120
--	------------

Katharina Schubert, Jan Wehinger, Lukas Weiß

Increasing mobility of employment relationships and its consequences for performance and motivation.....	138
---	------------

Henning Tirrel, Lothar Winnen

Brand Image in Formula E – Interesting for Car Manufacturers?156

Christian Lucas

Mobility in Applied Economics175

Jan Werner

The Neglect Effect in Security Beta Estimates – An observation of the US stock market from 1933 until 2016177

Fabian Scheler, Frank Ecker, Jan Werner

The “Pacto Fiscal” in Bolivia – A sound intergovernmental forum or just another toothless paper tiger?184

Jan Werner

What can we still expect of diesel engines?195

Reinhard Kolke, Andrea Gärtner

Electronic navigation challenges for autonomous ships211

Wilfried Honekamp

Mobility in Logistics

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Logistics

Univ.-Prof. Dr. Eric Sucky

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

Die Mobilität von Gütern und Personen stellt eine wesentliche Grundlage von Wirtschaft und Gesellschaft dar. Effiziente Personen- und Güterverkehrssysteme sind daher unverzichtbar, um wirtschaftliches Wachstum in Volkswirtschaften sicherzustellen. Der Wunsch nach individueller Mobilität und individuellem Waren- und Güterverkehr im Spannungsfeld von Zeit, Kosten und Qualität erfordert dynamische Innovationsprozesse, welche mit Blickrichtung auf die Faktoren Sicherheit, Funktionalität, Umwelt und Globalisierung neben neuen Technologien auch zukunftsweisende Logistiksysteme, Logistikkonzepte und logistische Dienstleistungen umfassen.

Die folgenden Beiträge fokussieren auf die Nachhaltigkeit aus verschiedenen Blickwinkeln. Das von Hans Carl von Carlowitz bereits 1713 in seinem Werk „Sylvicultura oeconomica“ formulierte Prinzip der Nachhaltigkeit besagte, dass nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch planmäßige Aufforstung nachwachsen konnte. Allgemeiner formuliert beschreibt das Prinzip der Nachhaltigkeit die Verantwortung für gegenwärtige und zukünftige Generationen. Und auch wenn dieses Prinzip schon vor mehr als 300 Jahren formuliert worden ist, ist es besser bekannt aufgrund beispielsweise der Studie „Grenzen des Wachstums“, dem Brundtland-Report, der Rio-Konferenz von 1992 oder dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg 2002. Inzwischen ist das Thema Nachhaltigkeit allgegenwärtig: Klimaschutzbemühungen der Politik, Ressourcenknappheit, Umweltverschmutzung – die gesellschaftliche Diskussion dreht sich inzwischen routiniert um Themen der Nachhaltigkeit.

In Anbetracht der aktuellen Diskussion um Feinstaubbelastungen und potenzielle Fahrverbote für Diesel-Fahrzeuge, fokussiert der Beitrag von Mark Pychal und Eric Sucky auf eine *Wasserstoff-basierte Mobilität – Konzeptionierung einer nachhaltigen Supply Chain*. Die Autoren stellen eine Antriebstechnik in den Mittelpunkt der Betrachtung, welche in der Diskussion um Diesel-, Benzin- und Elektroautos noch vernachlässigt wird: Wasserstoff als Antrieb. Es wird die Machbarkeit einer nachhaltigen Supply Chain für eine Wasserstoff-basierte Mobilität analysiert. Auch wenn sehr restriktive Annahmen zugrunde gelegt werden – beispielsweise die vollständige Ersetzung aller Fahrzeuge durch Wasserstoff-Fahrzeuge – liefert dieser Beitrag eine erste Einschätzung der Machbarkeit einer Wasserstoff-basierten Mobilität, sowohl aus Kostensicht als auch anhand von Umweltgesichtspunkten.

Robust, nachhaltig oder grün – was ist „Slow Logistics“, fragt Immanuel Zitzmann in seinem Beitrag. Die Leistungserstellung in Logistiknetzwerken ist zunehmend von Unsicherheiten bedroht. Zusätzlich verlangen gesellschaftliche Veränderungen die Berücksichtigung ökologischer wie auch sozialer Aspekte bei der Gestaltung von Logistiksystemen. Mit der „Slow Logistics“ existiert ein Ansatz, der auf den ersten Blick sowohl die Anforderungen an die Robustheit wie auch die Nachhaltigkeit erfüllt. Der vorliegende Beitrag führt eine literaturbasierte, qualitative Untersuchung durch, die klärt, ob dies tatsächlich der Fall ist. Dabei werden die Zusammenhänge zu den Konzepten einer „robusten Logistik“, „nachhaltigen Logistik“ und „grünen Logistik“ aufgezeigt.

Die Herausforderungen der Nachhaltigkeit bestehen darin, die durch menschliche Aktivitäten verursachten Umweltschäden zu begrenzen und gleichzeitig die aus Armut und Überfluss resultierenden Benachteiligungen und Leiden zu reduzieren. Durch aktuelle Ereignisse stehen Unternehmen unter großem Druck, soziale Nachhaltigkeit in der gesamten Lieferkette zu berücksichtigen. Der Beitrag *Soziale Nachhaltigkeit in Supply Chains – eine empirische Analyse* von Yasemin Günenc liefert eine fundierte, empirische Analyse des tatsächlichen Stellenwerts der sozialen Nachhaltigkeit in Unternehmen und ihrer Supply Chain. Für die Auswertung wurden empirische Daten aus der Thomson Reuters Datenbank mit einer Datenbasis von elf Jahren und 51 Staaten herangezogen. Es werden Stärken und Schwächen der aktuellen Nachhaltigkeitspolitik von Unternehmen der Automobil- und Textilindustrie aufgezeigt.

Wasserstoff-basierte Mobilität – Konzeptionierung einer nachhaltigen Supply Chain

Mark Pychal, Prof. Dr. Eric Sucky

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

1	Einleitung	6
2	Vorgehen der Analyse	8
3	Das Tankstellennetz	10
4	Standortlösungen für Tankstellen.....	14
5	Produktion von Wasserstoff zur Versorgung der Tankstellen	16
6	Transport von Wasserstoff zur Versorgung der Tankstellen	29
7	Fazit	32
8	Literatur	34

Abstract:

Während einige europäische Länder konkrete Pläne zum Ausstieg aus der Verbrennungstechnologie im Straßenverkehr vorlegen, wird dies in Deutschland noch kontrovers diskutiert. Trotz des Dieselskandals wird weiter daran festgehalten, dass Deutschland seine Klimaziele ohne Diesel-Autos nicht erreicht, da diese gegenüber Benzin-angetriebenen Fahrzeugen einen geringeren CO₂-Ausstoß aufweisen würden. Aktuelle Studien zeigen nun jedoch, dass Diesel-Fahrzeuge während ihrer Lebensdauer ca. 10 % mehr CO₂ ausstoßen als Benzin-Autos. Angesichts der aktuellen Entwicklungen fokussiert der vorliegende Beitrag auf eine Antriebstechnik, welche in der Diskussion um Diesel-, Benzin- und Elektroautos noch vernachlässigt wird: Wasserstoff als Antrieb. Es wird die Machbarkeit einer nachhaltigen Supply Chain für eine Wasserstoff-basierte Mobilität analysiert. Auch wenn sehr restriktive Annahmen zugrunde gelegt werden liefert dieser Beitrag eine erste Einschätzung der Machbarkeit einer Wasserstoff-basierten Mobilität, sowohl aus Kostensicht als auch anhand von Umweltgesichtspunkten.

JEL Klassifikation: Q01, Q42

Keywords: Nachhaltige Supply Chain, Wasserstoff-basierte Mobilität, Nachhaltige Antriebstechnik

Wasser ist die Kohle der Zukunft

Jules Verne, 1874

Wasserstoff ist das neue Öl

Dieter Zetsche, 2011

1 Einleitung

Aufgrund der umweltschädigenden Wirkung von CO₂ (Kohlenstoffdioxid) und anderen Treibhausgasen, der Belastung durch Feinstaub, der Einschränkung von Mobilität durch Staus und Unfälle sowie aufgrund der Lärmbelästigung verursacht insbesondere der Straßenverkehr negative externe Effekte. Diese sind mit (sozialen) Kosten verbunden, die nicht (oder nur unzureichend) in Preisen (z. B. Ökosteuern auf Benzin oder Diesel¹) erfasst werden. Die Beschäftigung mit einer nachhaltigen Mobilität zeigt, dass diese negativen externen (Umwelt-) Effekte zu Fehlallokationen und Marktversagen führen, da Mobilitätsanbieter und -nachfrager die negativen Umweltauswirkungen ihres Handelns nicht (oder nur unzureichend) in ihre Entscheidungen einbeziehen. Es werden dann zu viele Leistungen angeboten und nachgefragt, bzw. die Leistungen sind nicht nachhaltig. In diesem Sinne stellt Stern klar: „Climate change is the greatest market failure the world has ever seen.“² Und von Weizsäcker et al. folgern, dass die „[...] radikale Marktwirtschaft [...] die Gemeingüter wie das Klima, die Ozeane, die Biodiversität, die Süßwassersysteme und vieles andere dem Wettbewerb der effizientesten Ausbeuter überlassen und damit im Kern gefährdet [hat].“³ Bezüglich negativer externer Effekte ist daher ein staatliches Eingreifen nötig, insbesondere auch, weil gerade bezüglich der Nachhaltigkeit ein langfristiges Denken erforderlich ist: „Unregulated markets have no long term perspective.“⁴

Im Kontext der Maßnahmen zur Reduzierung des Klimawandels rückt immer mehr ein staatliches Verbot der Verbrennungstechnologie im Straßenverkehr in den Fokus. So hat sich Großbritannien bereits festgelegt: Ab 2040 wird der Verkauf von Neufahrzeugen mit Benzin- oder Dieselmotoren verboten. Selbst Hybridfahrzeuge, die sowohl einen elektrischen als auch einen Verbrennungsmotor besitzen, werden von dem Verbot betroffen sein. Auch in Norwegen werden ab 2025 nur noch emis-

¹ Der Tatbestand, dass der besonders umweltschädigende Luftverkehr in Deutschland bislang das Privileg besitzt, mit steuerfreiem Kerosin indirekt subventioniert zu werden, muss ökologisch gesehen als Skandal bezeichnet werden. Vgl. Bretzke (2014), S. 207.

² Vgl. Stern (2007)

³ Vgl. von Weizsäcker et al. (2009), S.372.

⁴ Vgl. Giddens (2009), S. 128.

sionsfreie Autos zugelassen und Frankreichs Umweltministerium kündigte an, dass Diesel- und Benzinmotoren im Jahr 2040 von der französischen Regierung verboten werden.⁵

Während einige europäische Länder konkrete Pläne zum Ausstieg aus der Verbrennungstechnologie im Straßenverkehr vorlegen, wird dies in Deutschland noch kontrovers diskutiert. So beruft sich die (derzeitige) Bundesregierung auch auf wissenschaftliche Studien, wonach die Klimabilanz von Elektroautos schlechter sei als die moderner Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.⁶ So erläutert beispielsweise Prof. Dr. Thomas Spengler von der TU Braunschweig: „E-Autos bieten derzeit keinen ökologischen Vorteil.“⁷ Und trotz des Dieselskandals wird weiter daran festgehalten, dass Deutschland seine Klimaziele ohne Diesel-Autos nicht erreicht, da diese gegenüber Benzin-angetriebenen Fahrzeugen einen geringeren CO₂-Ausstoß aufweisen würden. Aktuelle Studien zeigen nun jedoch, dass es nicht nur 2015 weltweit 38.000 vorzeitige Todesfälle durch Stickoxide gab, sondern dass Diesel-Fahrzeuge während ihrer Lebensdauer ca. 10 % mehr CO₂ ausstoßen als Benzin-Autos.⁸ Angesichts dieser aktuellen Entwicklungen fokussiert der vorliegende Beitrag auf eine Antriebstechnik, welche in der Diskussion um Diesel-, Benzin- und Elektroautos noch vernachlässigt wird: Wasserstoff als Antrieb (siehe Abb. 1).

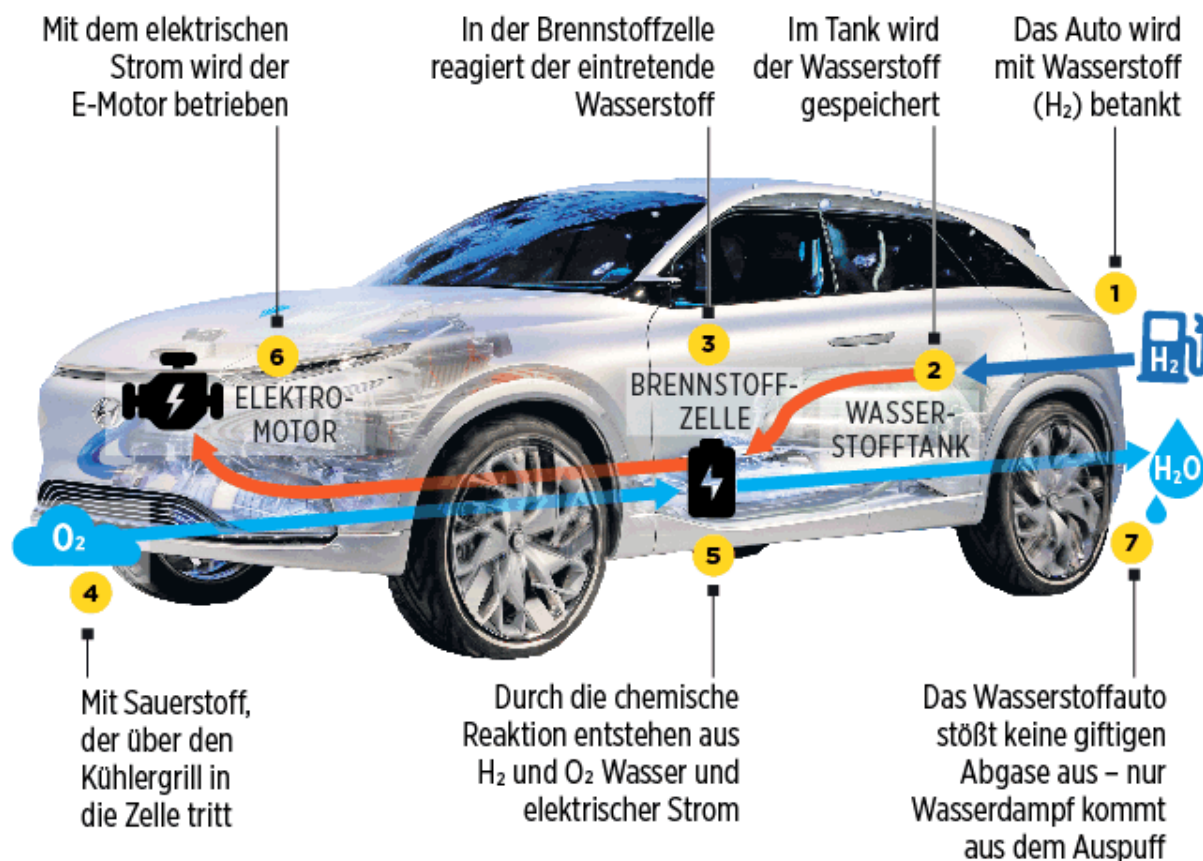
Es wird die Machbarkeit einer nachhaltigen Supply Chain (von der Produktion über den Transport bis zum Absatz) für eine Wasserstoff-basierte Mobilität analysiert. Auch wenn sehr restriktive Annahmen zugrunde gelegt werden – beispielsweise die vollständige Ersetzung aller Fahrzeuge durch Wasserstoff-Fahrzeuge sowie die Vernachlässigung von potenziellen, zukünftigen Effekten des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) oder von Car-Sharing-Modellen auf Zulassungszahlen – liefert dieser Beitrag eine erste Einschätzung der Machbarkeit einer Wasserstoff-basierten Mobilität, sowohl aus Kostensicht als auch anhand von Umweltgesichtspunkten.

⁵ Vgl. Vetter et al. (2017).

⁶ Eine Zusammenfassung der aktuellen Diskussion findet sich z. B. in der AUTO ZEITUNG vom 29.08.2017 (www.autozeitung.de)

⁷ Vgl. Schweiger (2017).

⁸ Vgl. z. B. manager magazin (2017), Stuttgarter Nachrichten (2017) oder Focus online (2017).

Abbildung 1: Wasserstoff-basierter Fahrzeugantrieb⁹

2 Vorgehen der Analyse

Der Bestand an Benzin- und Dieselaautos in Deutschland beträgt 45,8 Mio. Stück, wohingegen der Anteil an Hybridautos mit 165.405 einen Anteil von 0,36 Prozent bezüglich der Gesamtanzahl aller Pkws ausmacht.¹⁰ Noch kleiner ist der Bestand von 314 Wasserstoff-Autos.¹¹ Gründe dafür finden sich in gesellschaftlichen Gewohnheiten, der noch nicht zu 100 Prozent ausgereiften Technologie und dem Fehlen einer geeigneten Infrastruktur.¹² Während in Deutschland rund 14.272 Tankstellen für Diesel- & Benzinantriebe vorhanden sind, bieten nur wenige Standorte ebenfalls eine Betankung mit Wasserstoff an.¹³ Mehrere Unternehmen haben jedoch Projekte bezüglich der Einführung einer wasserstoffbasierten Mobilität begonnen, beispielsweise das Projekt „Hydrogen Council“. Die Unternehmen Air Liquide, Al-

⁹ Quelle: Ring (2017).

¹⁰ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2017). In diesem Kontext ist folgende Aussage der noch amtierenden Bundeskanzlerin Angela Merkel im September 2013 doch als äußerst optimistisch einzustufen: „Das Ziel ist und bleibt: Wir wollen bis 2020 eine Million Elektroautos auf Deutschlands Straßen bringen. [...] Jetzt müssen wir nur gucken, wie wir die Dinger in den Verkehr kriegen.“

¹¹ Vgl. Gerster/Wimmelbücker (2014).

¹² Vgl. Krieg (2012), S. 2.

¹³ Vgl. Statista (2017).

stom, Anglo American, BMW GROUP, Daimler, ENGIE, Honda, Hyundai Motor, Kawasaki, Royal Dutch Shell, The Linde Group, Total und Toyota haben sich zusammengeschlossen und setzen sich für die Einführung von Wasserstoff im globalen Straßenverkehr ein.¹⁴ Neben dem technologischen Voranschreiten der Brennstoffzellen-Technologie müssen auch Versorgungs- und Transportaspekte näher beleuchtet werden. Ein Schritt in diese Richtung ist die Ausarbeitung eines geeigneten Infrastrukturnetzes, um weitere Planungsebenen zu schaffen. Da Tankstellen einen wichtigen Bestandteil für wasserstoffbasierte Mobilität darstellen, bietet es sich an, das deutsche Tankstellennetz näher zu betrachten. Dies beinhaltet die Frage, inwieweit bereits ein Tankstellennetz für Wasserstoff vorhanden und inwieweit das vorhandene Tankstellennetz umrüstbar auf eine solche Betankung ist. Bei einer tatsächlichen Umstrukturierung der Mobilität müssen vor allem Tankstellenbetreiber auf solche Trends adäquat reagieren. Daher ist es wichtig, auf charakteristische Merkmale einer Wasserstoff-Tankstelle einzugehen. Diese unterscheiden sich von traditionellen Tankstellen. Eine Analyse dieser Unterschiede ist für potentielle Wasserstoff-Tankstelleneinhaber wichtig und trägt zu besserem Know-how bei. Das beinhaltet auch die Betrachtung verschiedener Varianten von Wasserstoff-Tankstellen. Neben dem überwiegend technischen Aspekt der Umrüstung stellt sich die Frage, wie ein dazugehöriges Produktions- und Logistiknetzwerk beschaffen sein muss. Einhergehend damit ist eine Analyse nach der potentiell absetzbaren Menge von Wasserstoff nötig.

Brennstoffzellenfahrzeuge verursachen keine direkten CO₂-Emissionen. Jedoch wird Energie benötigt, um Wasserstoff in ungebundener Form herzustellen. Zu beantworten ist also die Frage, ob die Wasserstoff-Produktion in der Lage ist, einen positiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und ob genügend Energieressourcen für die Herstellung von Wasserstoff vorhanden sind. Folglich wirft das die Frage nach den Versorgungsmöglichkeiten für Wasserstoff-Tankstellen auf: Welche Transportlösungen gibt es, um Wasserstoff von der Produktionsquelle bis zur Tankstelle zu befördern? Wie muss ein Transportnetzwerk geschaffen sein, um Tankstellen mit genügend Wasserstoff zu versorgen?

Es existieren erst wenige wissenschaftlich ausgearbeitete Konzepte in der wasserstoffbasierten Mobilität. Zudem ist zu konstatieren, dass ein zugehöriges Produktions- und Logistiknetzwerk in der Praxis nicht existiert. Im Rahmen dieser Arbeit werden neben den existierenden Publikationen mehrere Datenbanken wie z. B. die zentrale Datenbank der Bundesregierung herangezogen, um den Ist-Zustand des deutschen Tankstellennetzes aufzuzeigen. In der Frage der Umrüstbarkeit bietet es sich an, verschiedene Publikationen teils von Tankstellenbetreibern, teils von Automobilherstellern heranzuziehen. Aufgrund der über viele Jahre bereits bestehen-

¹⁴ Vgl. Hydrogen Council (2017).

den Tankstellen und der daraus generierten Erfahrung, kann die Frage der Umrüstbarkeit durch einen solchen Abgleich sehr gut beantwortet werden. Auf der Basis der relevanten Literatur und geeigneter Praxisbeispiele werden die Ergebnisse überprüft. Expertenmeinungen liefern zudem qualitative Prognosen für einen zukünftigen Ausbau des Wasserstoff-Tankstellennetzes. Für eine sehr junge, noch nicht ausgereifte Technologie stellen solche qualitativen Prognoseverfahren eine gute Möglichkeit dar, potentielle Produktions- und Absatzmengen zu erarbeiten. Die Shell-Studie präsentiert mehrere Standortlösungen für Wasserstoff-Tankstellen.¹⁵ Diese ergeben mithilfe von innovativen Lösungsvorschlägen verschiedener Automobilanbieter eine gute Auflistung möglicher Varianten von Wasserstoff-Tankstellen. Die Analyse der Wasserstoffproduktion basiert hauptsächlich auf der Publikation von Wulf und Kaltschmitt.¹⁶ Sie beleuchten verschiedene Aspekte von Wasserstoff als Kraftstoff im deutschen Verkehrssektor. Zusammen mit aktuellen Daten zur CO₂-Verursachung werden Szenarien entwickelt, um ökologische Aspekte in der Wasserstoffproduktion näher zu beleuchten. Hier werden vereinfachende Annahmen bzgl. einer möglichen Wasserstoffproduktion getroffen, da die Produktion bislang lediglich in anderen Sektoren Anwendung findet. Mit den Daten zum Energieverbrauch, öffentlich zugänglich über das Bundesumweltamt, soll das theoretische Ausmaß einer Wasserstoffproduktion im Gesamttraum Deutschland folglich charakterisiert werden. Zudem werden die Erdgasreformierung, die alkalische Elektrolyse und die Verwendung von Biomasse als Herstellmethoden vorgestellt und miteinander verglichen. Im Anschluss geht dieser Artikel, gestützt auf eine Publikation des Forschungszentrums Jülich, auf Aspekte des Transports von Wasserstoff ein.¹⁷ Hier wird das dort vorgestellte Pipelinesystem skizziert. Zuletzt soll auf die Gefahrguteigenschaft von Wasserstoff eingegangen werden, welche durch das Gefahrgutbeförderungsgesetz in Deutschland geregelt wird.¹⁸

3 Das Tankstellennetz

Im Jahr 2016 sind in Deutschland 14.531 Tankstellen registriert.¹⁹ 7.400 Tankstellen versorgen deutsche Autos mit Autogas.²⁰ Für Elektroautos, welche überwiegend Energie aus Akkumulatoren schöpfen, sind 6.888 Ladestationen in Deutschland errichtet worden.²¹ Wasserstoff-Fahrzeuge benötigen besondere Tankstellen, an denen Wasserstoff entweder in Form von Gas oder in flüssiger Form getankt werden

¹⁵ Vgl. Adolf et al. (2017), S. 51f.

¹⁶ Vgl. Wulf/Kaltschmitt (2013).

¹⁷ Vgl. Krieg (2012).

¹⁸ Vgl. Deutscher Bundestag (1975).

¹⁹ Vgl. Mineralölwirtschaftsverband e.V. (2017).

²⁰ Vgl. Deutscher Verband Flüssiggas (2017); Gas24 (2017).

²¹ Vgl. Statista (2017).

kann.²² Da mehrere Autohersteller die Produktion und Erforschung von Flüssigtanks aufgegeben haben, sind momentan vermehrt Tankstellen zur Gas-Betankung in Planung.²³

Neben den für konventionelle Tankstellen benötigten Komponenten wie Zapfpunkt, Park- und Verkaufsfläche, können folgende charakteristische Merkmale einer Wasserstoff-Tankstelle festgehalten werden: Spezielle Anlagen für die Anlieferung und Speicherung des Wasserstoffs sowie eine eigene Betankungsvorrichtung werden benötigt. Dazu gehört – unabhängig von der Versorgung der Tankstelle – anfangs ein Niederdruckspeicher, um Wasserstoff über mehrere Tage hinweg lagern zu können. Wasserstoff wird hier aufgrund seiner geringen Dichte bei 300 bar gespeichert. Da Wasserstofffahrzeuge den Kraftstoff nur in sehr komprimierter Form nutzen können, wird Wasserstoff bei der Betankung über einen Kompressor in einen Mittel- bzw. Hochdruckspeicher überführt. Autos benötigen einen Druck von 350 oder von 700 bar. Im Hochdruckspeicher entsteht ein Druck von bis zu 1000 bar. Druckverluste beim Tankvorgang führen dann wieder zu dem angestrebten Druck von 350 bzw. 700 bar. Ein solcher Prozess ist zwangsläufig mit Wärmebildung verbunden. Deswegen ist eine Kühlvorrichtung, um die vorgeschriebene Maximalwärme von 85 Grad Celsius im Fahrzeugtank nicht zu überschreiten, unabdingbar. Der Kunde kann dann mittels eines Dispensers je nach Beschaffenheit seines Fahrzeugs tanken. Charakteristische Merkmale für eine Wasserstoff-Tankstelle sind somit: Niederdruckspeicher, Kompressor, Mittel- bzw. Hochdruckspeicher, Vorkühler sowie Dispenser.

Aktuell gibt es zirka 30 Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland, welche vor allem in den Metropolregionen Deutschlands liegen. Weitere 31 Wasserstoff-Tankstellen befinden sich momentan im Bau.²⁴ Darunter auch in weniger dicht besiedelten Gebieten, wie z. B. in Geiselwind. Mit dem Ausbau des Tankstellennetzes in Deutschlands beschäftigt sich die Initiative Clean Energy Partnership.²⁵ Hier sind 20 Industriepartner, das Bundesverkehrsministerium und weitere politische Institutionen vertreten. Sie wollen einen Grundstein für eine wasserstoffbasierte Mobilität legen. Im Konkreten sieht die Clean Energy Partnership-Initiative einen Ausbau von 400 Wasserstoff-Tankstellen bis 2023 vor. Sie sollen den Anfang einer flächendeckenden Versorgung darstellen. Dabei setzt sie den Schwerpunkt auf die Errichtung von Wasserstoff-Tankstellen vor allem in Metropolregionen, wie z. B. Hamburg, Berlin oder dem Ruhr-Gebiet, sowie eine Schaffung von Verbindungskanälen zwischen

²² Vgl. Eichlseder/Klell (2010), S. 51.

²³ Vgl. Adolf et al. (2017), 52f.

²⁴ Vgl. TÜV Süd (2017).

²⁵ Vgl. Clean Energy Partnership (2017d).

diesen. Eine erste Veranschaulichung dieses Konzepts ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Visualisierung eines Wasserstoff-Tankstellennetzes²⁶

Für eine Einführung von Wasserstoff-Tankstellen in Metropolregionen sprechen mehrere Gründe.²⁷ Laut GermanHy besteht hier ein größeres Nachfragepotential aufgrund von Einkommen und einer höheren Bevölkerungszahl. Solche Ballungszentren ermöglichen zudem Kostenersparnisse, denn Tankstellen können aufgrund einer potentiell höheren Kundenzahl eher mit einer hohen Auslastung betrieben werden. Zudem muss nicht in ein geeignetes Straßennetz investiert werden, da dieses meistens durch die innerstädtische Infrastruktur als gegeben angesehen werden kann. Dadurch wird für Kunden die Erreichbarkeit einer Wasserstoff-Tankstelle sichergestellt. Ein Beispiel für die Umsetzung einer Wasserstoff-Tankstelle im

²⁶ Quelle: H²-Mobility (2017).

²⁷ Vgl. GermanHy (2009), S. 36.

größtstädtischen Bereich stellt die Berliner „TOTAL“-Tankstelle dar.²⁸ Sie bietet neben den konventionellen Kraftstoffen seit 2006 auch Wasserstoff an. Ökologisch betrachtet werden Großstädte durch hohe CO₂-Emissionen sowie weitere Schadstoffe (Feinstaub etc.) belastet. Die Hauptursache dafür findet sich im Verkehrssektor. Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50µg/m³ Feinstaub werden vor allem in Stuttgart und München regelmäßig gemessen.²⁹ Der Handlungsbedarf ist hier im Gegensatz zu weniger besiedelten Regionen, in denen Feinstaubbelastungen vergleichsweise gering sind, stärker ausgeprägt.³⁰ Die direkten Emissionen eines Brennstoffzellenautos, welches mit Wasserstoff betrieben wird, betragen Null.³¹ Unabhängig von der Herstellung kann durch eine wasserstoffbasierte Mobilität der Schadstoffgehalt zumindest in deutschen Großstädten gemindert und die Lebensqualität dadurch gesteigert werden. Jedoch wird der Treibhauseffekt, betrachtet aus der Gesamtperspektive, dadurch nicht zwangsweise abgemildert. Hier können vor allem in der Herstellung von Wasserstoff erhebliche CO₂-Emissionen entstehen und die Treibhausgas-Problematik lediglich regional verschieben bzw. negativ beeinflussen.

Wasserstoff-Fahrzeuge haben eine maximale Reichweite von 700 km und sind innerhalb 5 Minuten schnell zu betanken.³² Die vorgestellten Kanäle der Clean Energy Partnership-Initiative bezwecken, längere Fahrten zwischen Ballungszentren zu ermöglichen und somit der Gefahr des Liegenbleibens aufgrund von Kraftstoffmangel vorzubeugen.³³ In Form einer bedarfsorientierten Wasserstofftankstellenentwicklung soll eine hohe Auslastung erzielt werden. Dabei variiert die Tankstellengröße je nach Nachfrage. Die Kanäle werden mit einer Erschließung des Autobahn-Netzes umgesetzt. Ein konkreter Vorschlag sieht bis 2020 ein Netz von 180 Autobahntankstellen, welches einen großen Teil deutscher Autobahnkilometer abdecken soll, vor. Zu beachten ist jedoch, dass diesem theoretischen Szenario eine eher schleppende Einführung der wasserstoffbasierten Mobilität entgegensteht. Bisher ausgerufenen Ziele hinsichtlich der Anzahl an Brennstoffzellenfahrzeugen und Wasserstoff-Tankstellen wurden nicht erreicht bzw. verzögern sich zum Teil.³⁴ Der bürokratische Aufwand verlangsamt die Einführung der wasserstoffbasierten Mobilität zudem. Grund hierfür ist auch, dass Wasserstoff ein Gefahrgut ist und daher besonde-

²⁸ Vgl. Energieportal24 (2004).

²⁹ Vgl. Umweltbundesamt (2016b).

³⁰ Vgl. GermanHy (2009), S. 36.

³¹ Vgl. Salchenegger (2006), S. 13.

³² Vgl. Geitmann (2013), S. 148.

³³ Vgl. GermanHy (2009), S. 37.

³⁴ Vgl. Finanztreff (2017).

ren Richtlinien folgen muss.³⁵ Das beeinflusst wiederum wesentliche Prozesse in der Entstehung einer Tankstelle und muss von Tankstellenbetreibern berücksichtigt werden.

4 Standortlösungen für Tankstellen

Im Folgenden soll näher beleuchtet werden, ob das vorhandene Tankstellennetz umrüstbar ist und inwieweit es als sinnvoll erscheint, neue Tankstellen aufzubauen. Dabei gibt es mehrere Standortlösungen. Die Shell-Publikation unterscheidet drei Arten von Standortlösungen: Die Integration des Wasserstoffangebots in eine bestehende Tankstelle, eine Neuerrichtung von Wasserstoff-Tankanlagen (sog. „Stand-alone“) sowie mobile Tankstellen.³⁶ Letztere dienen frühen Phasen der Markteinführung sowie zu Demonstrationszwecken. Da der Bedarf an Wasserstoff abhängig vom betrachteten Standort ist, sind mobile Standortlösungen in solchen Gebieten sinnvoll, in denen die Wasserstoff-Fahrzeugflotte sehr klein ist. Praxisbeispiele für mobile Wasserstoff-Tankstellen sind der „Linde trailH TM“³⁷ und die mobile Tankstelle der GHR Hochdruck-Reduziertechnik.³⁸ Während die mobile Tankstelle der Linde AG ein modifizierter Lastkraftwagen (Lkw) mit Tankvorrichtung ist, wird die Tankstelle der GHR Hochdruck Reduziertechnik GmbH auf einem Anhänger transportiert und vor Ort installiert. Beide Varianten ermöglichen ein Tanken an jedem beliebigen Ort. Sie sind jedoch abhängig von stationären (Versorgungs-)Tankstellen, da auch ihr Tank nachgefüllt werden muss. Anwendung finden mobile Tankstellen in Gebieten, bei welchen sich der Aufbau einer stationären bzw. integrierten Tankstelle nicht lohnt. Bei einer überschaubaren und nahezu gleichbleibenden Anzahl an Fahrzeugen ist eine mobile Standortlösung ebenfalls sinnvoll. So findet die mobile Standortlösung der GHR Hochdruck-Reduziertechnik an Flughäfen Anwendung, wenn kleine Fahrzeuge eingesetzt werden, um schnelle Transporte innerhalb des Flughafens zu tätigen.

Die integrierte Wasserstoff-Tankstelle ist momentan die häufigste Standortlösung. Es wird eine bereits bestehende Tankstelle um ein Wasserstoffangebot erweitert. Hierzu werden neben den bereits bestehenden Anlagen spezielle weitere zur Speicherung, Lieferung, Versorgung und Betankung benötigt. Kostentechnisch beinhaltet eine Integration Investitionen im niedrigen 7-stelligen Eurobereich. Damit gemeint sind laut Schätzungen Investitionen zwischen 1 und 2 Mio. Euro.³⁹ Hinzu kommt der Aspekt der Flächenverfügbarkeit. Tankstellen, welche sich inmitten ei-

³⁵ Vgl. Deutscher Bundestag (1975).

³⁶ Vgl. Adolf et al. (2017), S. 51–57.

³⁷ Vgl. Clean Energy Partnership (2017a).

³⁸ Vgl. HA Hessen Agentur GmbH (2011).

³⁹ Vgl. Bonhoff (2017), S. 9.

ner Stadt befinden, können nur bedingt weitere Flächen für eine Wasserstoffbetankung bereitstellen. Darüber hinaus stellen Genehmigungsverfahren, welche sich je nach Bundesland unterscheiden, weitere Anforderungen dar.⁴⁰ In der Stadt Hamburg wurden bereits drei Wasserstofftankstellen errichtet. Die jüngste existiert seit dem 16.03.2015. Hier wurde eine bereits bestehende Tankstelle um eine Wasserstoff-Tankanlage erweitert. Der Kraftstoff wird hier per Elektrolyse eigens vor Ort aus 50% Regelstrom und 50% aus regenerativ erzeugtem Strom produziert.⁴¹ In Fürholzen befindet sich eine neue Raststätte in Bau, welche alle Kraftstoffe in großen Mengen vorrätig haben soll.⁴² Die Linde AG arbeitet hier an einem Wasserstoffherzeuger. Das Großprojekt beinhaltet Investitionen von rund 9 Mio. Euro. Eine Stand-Alone-Tankstelle benötigt neben der integrierten Lösung eine noch nicht erschlossene Fläche sowie weitere Serviceeinrichtungen für Kunden. Die spezifischen Merkmale einer Wasserstofftankstelle besitzt sie ebenfalls wie die integrierte Lösung. Eine Entscheidung für oder gegen eine Stand-Alone-Tankstelle hängt überwiegend von Investitionsmöglichkeiten ab.

Neben den drei gängigen Standortlösungen werden auch weitere, spezielle Vorrichtungen erforscht. Der Automobilhersteller Honda arbeitet an einem Konzept, Tankstellen für Privatpersonen anzufertigen, welche theoretisch in jeder Garage errichtet werden können.⁴³ So soll Wasserstoff ohne Zwischenspeicherung direkt in den Fahrzeugtank gefüllt werden. Der benötigte Wasserstoff wird mit Solarenergie vor Ort hergestellt. Es soll lediglich der tägliche Fahrbedarf abgedeckt werden. Eine Betankung von 0,5 Kilogramm Wasserstoff dauert 8 Stunden. Honda schlägt vor, die Betankung nachts durchzuführen, wenn zuvor der durch Solarenergie erzeugte Strom in das eigene Stromnetz eingespeist wurde.

Ausgehend von den Standortlösungen einer Wasserstoff-Tankstelle und verschiedener Praxisbeispiele kann das heutige Netz an Tankstellen somit als weitestgehend umrüstbar angesehen werden. Entscheidend für eine jeweilige Standortlösung sind überwiegend betriebswirtschaftliche Aspekte. Laut Bachmeier, Leiter der Hydrogen Solutions der Linde AG, werden die Zulassungszahlen für Wasserstoff-Autos erst mit dem flächendeckenden Aufbau von Wasserstofftankstellen signifikant steigen.⁴⁴ Mit einem Aufbau von 50 Tankstellen soll der Bedarf an Kraftstoff für 4.000 Fahrzeuge abgedeckt werden. Aus Kundenperspektive unterstreicht Bachmeier Erwartungen, jederzeit genügend, qualitativ hochwertigen und mit Sicherheit verbundenen Kraftstoff tanken zu können.

⁴⁰ Vgl. Clean Energy Partnership (2017c).

⁴¹ Vgl. HZwei (2015).

⁴² Vgl. Süddeutsche Zeitung (2017).

⁴³ Vgl. Pluta (2010).

⁴⁴ Vgl. Bachmeier (2016).

5 Produktion von Wasserstoff zur Versorgung der Tankstellen

Statistiken zufolge ist die Anzahl der konventionellen Tankstellen in den letzten Jahrzehnten gesunken.⁴⁵ Deswegen stellt sich die Frage, wie viele Tankstellen umgerüstet werden müssen. An diesen werden Kraftstoffmengen von 1.500 kg/d abgesetzt. Umgesetzt auf Wasserstoff-Tankstellen ergibt sich hier ein Tankstellenbedarf von 9.800 Tankstellen.⁴⁶ Es müssten somit nicht alle Tankstellen umgerüstet werden. Auch braucht es mit diesem Wert weniger investitionsreiche Stand-Alone-Tankstellen. Werden Kosten zwischen 1 und 2 Mio. Euro pro Tankstelle zugrunde gelegt, ergeben sich hier Gesamtkosten zwischen 9,8 Mrd. und 19,6 Mrd. Euro. Um 9.800 Tankstellen erfolgreich umzurüsten und zu nutzen, müssen diese bedarfsgerecht versorgt werden. Nur wenn genügend Kapazitäten nachhaltig aufgebaut werden können, kann der Bedarf des Kunden gedeckt werden.

5.1 Erdgasreformierung

Eine Tankstelle muss zuverlässig und zu jeder Zeit die angebotenen Kraftstoffe vorrätig haben. Bei der Versorgung einer Tankstelle ist daher darauf zu achten, bedarfsorientiert zu ermitteln, wie viel Kraftstoff benötigt wird.⁴⁷ Grund hierfür ist, dass es sich bei Wasserstoff um ein flüchtiges Gas handelt.⁴⁸ Denn Wasserstoff ist das kleinste bekannte Element und kann somit durch nahezu alle Stoffe hindurch diffundieren. Um der Verflüchtigung des Gases entgegenzuwirken, werden spezielle und kostenintensive Anlagen benötigt. Bei der Speicherung von Wasserstoff entsteht beim heutigen Stand der Technik ein Verlust von etwa 1% der Tankfüllung pro Tag.⁴⁹

In der Herstellung von Wasserstoff kann auf bereits bestehende Verfahren wie der Erdgasreformierung oder der Vergasung von Kohle bzw. Biomasse zurückgegriffen werden. Weniger Anwendung finden Herstellmethoden wie die alkalische Elektrolyse oder Wasserstoffgewinnung aus Algen. Im Folgenden sollen die Verfahren der Erdgasreformierung, Elektrolyse und der Verwendung von Biomasse einzeln vorgestellt werden, sowie mögliche Einsatzgebiete festgehalten werden. Eine Betrachtung der ökologischen Nachhaltigkeit folgt jeweils im Anschluss.

Die Erdgasreformierung ist in der Wasserstoffherstellung ein bereits etabliertes Verfahren.⁵⁰ Großer Bedarf in der chemischen Industrie wird hauptsächlich durch die Erdgasreformierung gedeckt. In dieser wird aus Alkoholen bzw. Kohlenwasserstoff-

⁴⁵ Vgl. Statista (2017).

⁴⁶ Vgl. Krieg (2012), S. 134.

⁴⁷ Vgl. Adolf et al. (2017), S. 53.

⁴⁸ Vgl. Rühle (2012), S. 74.

⁴⁹ Vgl. Lehmann/Luschtinetz (2014), S. 91.

⁵⁰ Vgl. Helms et al. (2011), S. 68f.

fen reiner Wasserstoff gewonnen. Als Nebenprodukt entstehen Kohlenstoffdioxid und Methan. Die Verwendung von Erdgas als Kohlenwasserstoff wird begünstigt durch eine gute Verfügbarkeit und einem im Vergleich zu anderen Kohlenwasserstoffen niedrigeren CO₂-Ausstoß. Folgende Daten werden der Erdgasreformierung zugrunde gelegt und dienen als erste Orientierung für weitere Berechnungen:

Parameter der Erdgasdampfreformierung nach Pehnt (2002)	
Technische Daten	
Lebensdauer	20 a
Produktionskapazität	720 kg/h
Volllaststunden	8 000 h/a
Betriebsmittel	
Elektrische Energie	0,005 kWh/kWhH ₂
Erdgas	1,39 kWh/kWhH ₂
Dampf, Exportgutschrift	0,153 kWh/kWhH ₂
Direkte Emissionen	
CO ₂	0,29 kg/kWhH ₂
CH ₄	5,76×10 ⁻⁵ kg/kWhH ₂

Tabelle 1: Parameter der Erdgasdampfreformierung⁵¹

Aus der obigen Tabelle kann eine Gesamtanzahl an Wasserstoffproduktionsstätten dieser Art abgeleitet werden. Abgeleitet aus den Angaben zur Produktionskapazität und Volllaststunden kann für eine Anlage der Wert für die maximal produzierbare Menge an Wasserstoff pro Jahr errechnet werden:

$$\text{Produktionskapazität} * \text{Volllaststunden} = \text{Maximale Produktionsmenge}$$

$$720 \text{ kg/h} \quad * \quad 8000 \text{ h/a} \quad = \quad 5.760.000 \text{ kg/a}$$

Eine Produktionsanlage mit gegebenen Volllaststunden besitzt eine maximale Produktionsmenge von 5.760.000 Kilogramm Wasserstoff pro Jahr. In Deutschland sind bislang 314 Wasserstoff-Autos zugelassen.⁵² Eine Versorgung dieser mit Kraftstoff stellt noch einen sehr überschaubaren Rahmen dar. Je nach Anzahl und Standort der Tankstellen wären wenige Erdgasreformierungs-Anlagen nötig, um hier eine permanente Versorgung sicherzustellen. Um die Daten der Erdgasreformierung in einem sinnvollen Zusammenhang zu interpretieren, soll ein Szenario erstellt werden. Für weitere Berechnungen werden folgende Annahmen getätigt:

- Die gesamte Menge an produziertem Wasserstoff durch Erdgasreformierung soll für die Versorgung eines Tankstellennetzes verwendet werden.

⁵¹ Quelle: Wulf/Kaltschmitt (2013), S. 133.

⁵² Vgl. Gerster/Wimmelbücker (2014).

- Der Transport von Wasserstoff wird zunächst nicht betrachtet.
- Die Menge an zugelassenen Pkws wird komplett durch Brennstoffzellenfahrzeuge ausgetauscht.
- Für den Verbrauch von Wasserstoff werden Durchschnittswerte (in kg/km) betrachtet und es wird nicht zwischen Lang- und Kurzstrecken unterschieden.

Die Gesamtanzahl an Pkws in Deutschland beträgt 43.000.000 Stück.⁵³ Eine Versorgung der Tankstellen richtet sich zudem nach der Größe der jeweiligen Fahrzeugflotte. Mit dem Trend, dass die Fahrzeugflotte an Wasserstoffautos wächst, braucht es zunehmend weitere Versorgungsanlagen. Der Literatur zufolge haben Brennstoffzellenfahrzeuge eine Reichweite von maximal 700 Kilometern.⁵⁴ Herstellerangaben liegen jedoch im Durchschnitt etwas unter diesem Wert. Zum Beispiel stellt Toyota in einem Pilotprojekt seine Fahrzeugreihe „Mirai“ vor. Brennstoffzellenfahrzeuge wie der Toyota Mirai haben eine Wasserstoff-Tankkapazität von fünf Kilogramm und versprechen damit eine Reichweite von 550 Kilometern.⁵⁵ Das geht aus mehreren Fahrzeugtests mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 90 km/h hervor. Daraus ergibt sich pro Kilogramm Wasserstoff eine Reichweite von 110 km. Das liegt 10% über der durchschnittlichen Reichweite, welche in der Literatur angegeben wird. Die Durchschnittsreichweite der Clean Energy Partnership-Fahrzeugflotte liegt im Pkw-Bereich bei 495,7 Kilometern.⁵⁶ Hier wird pro Kilogramm Wasserstoff eine Reichweite von 100 km zu Grunde gelegt. Dieser Wert kann somit nach erster Prüfung weiterverwendet werden. Die bereits errechnete Produktionskapazität an Wasserstoff pro Jahr könnte also folgende Mobilität sicherstellen:

$$\begin{aligned} & \textit{Maximale Produktionskapazität} * \textit{Reichweite in km pro kg Wasserstoff} \\ & = \textit{Maximal mögliche Reichweite pro Anlage} \end{aligned}$$

$$5.760.000 \frac{\textit{kg}}{\textit{a}} * 100 \frac{\textit{km}}{\textit{kg}} = 576.000.000 \frac{\textit{km}}{\textit{a}}$$

Eine Produktionsanlage nach Art der Erdgasreformierung stellt Kraftstoff für 576.000.000 km/a her. Um herauszufinden, wie viele Produktionsanlagen benötigt werden, kann die tatsächlich gefahrene Gesamtkilometeranzahl in Deutschland errechnet werden. Ein Pkw legt laut Bundesverkehrsamt im Jahr durchschnittlich

⁵³ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2017).

⁵⁴ Vgl. Clean Energy Partnership (2017b).

⁵⁵ Vgl. Toyota.de (2017).

⁵⁶ Vgl. Angaben aus Clean Energy Partnership (2017b).

14.015 Kilometer zurück.⁵⁷ Bei einer Pkw-Anzahl von 43.000.000 Stück ergibt sich folgende Gesamtkilometeranzahl:

$$\begin{aligned} & \text{Anzahl der Pkws} * \text{durchschnittlich gefahrene Kilometer} \\ & = \text{Gesamtkilometeranzahl} \end{aligned}$$

$$43.000.000 \text{ Stk.} * 14.015 \text{ km} = 602.645.000.000 \text{ km}$$

Insgesamt legen Pkws in Deutschland 602.645.000.000 Kilometer im Jahr zurück. Werden diese durch die Mobilität dividiert, welche eine Anlage zur Erdgasreformierung maximal herstellen kann, ergibt sich die Anzahl der Anlagen, welche benötigt werden, um genügend Wasserstoff für das gesamte Tankstellennetz bereitzustellen:

$$\frac{602.645.000.000 \text{ km}}{576.000.000 \text{ km}} = 1.046,26 \text{ Stk.}$$

Ein Modell mit diesen Annahmen ergibt eine Gesamt-Anzahl von 1.047 Anlagen zur Erdgasreformierung. Mögliche Transportwege wurden noch nicht in Betracht gezogen. Bei einer theoretischen Umrüstung von 9.800 Tankstellen macht es Sinn, Anlagen zur Erdgasreformierung als zentrale Lager (Offsite-Herstellung) zu nutzen. Via Pipelinenetz oder Lkw-Transport können Tankstellen versorgt werden.

Erdgas ist ein fossiler Brennstoff bzw. wird er bei der Nutzung von fossilen Brennstoffen als Nebenprodukt gewonnen. Deshalb muss für eine nachhaltige Infrastruktur die Umweltbelastung, welche die Erdgasreformierung verursacht, betrachtet werden. Hier können wiederum die Angaben aus obiger Tabelle herangezogen werden.

Beim hergestellten Wasserstoff fallen Kohlenstoffdioxid und Methan als Schadstoffe an. Um diese sinnvoll in der gleichen Einheit zu bilanzieren, wurden CO₂-Äquivalente eingeführt. Je nach Schädlichkeit besitzen umweltschädliche Stoffe einen Faktor, welcher sie auf eine geeignete und vergleichbare Einheit zu Kohlenstoffdioxid stellt. Für Methan ist dieser Faktor 23.⁵⁸ Die Werte für direkte Emissionen werden in Kilowattstunde Wasserstoff angegeben. Damit sind die Kilowattstunden gemeint, welche durch Wasserstoff bereitgestellt werden können. Ein Kilogramm Wasserstoff speichert ungefähr 33 Kilowattstunden Energie.⁵⁹ Nun lässt sich die maximale Produktionsmenge in Kilowattstunde Wasserstoff angeben. Für 1.058 Anlagen und eine maximale Produktionskapazität von 5.760.000 kg/a ergeben sich demnach folgende direkte Emissionen:

⁵⁷ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2016).

⁵⁸ Vgl. Bahmann (2008), S. 5.

⁵⁹ Vgl. Bürke (2008), S. 81.

$$CO(2): 5.760.000 \frac{kg}{a} * 33 \frac{KWh H(2)}{kg} * 1.046Stk.* 0,29 \frac{kg}{kWh H(2)}$$

$$= 5,77 * 10^{10} \frac{kg}{a}$$

$$CH(4): 5.760.000 \frac{kg}{a} * 33 \frac{KWh H(2)}{kg} * 1.046Stk.* 5,76 * 10^{-5} \frac{kg}{kWh H(2)}$$

$$= 11.452.243,97 \frac{kg}{a}$$

$$CO(2)\text{Äquivalent (für Methan)}: 11.452.243,97 \frac{kg}{a} * 23 = 263.401.611,3 \frac{kg}{a}$$

$$\sum = 5,77 * 10^{10} \frac{kg}{a} + 263.401.611,3 \frac{kg}{a} = 5,8 * 10^{10} \frac{kg}{a}$$

Direkte Emissionen betragen bei der kompletten Versorgung des Tankstellennetzes durch Erdgasreformierung 58,0 Mrd. Kilogramm CO₂-Äquivalente. Das Umweltbundesamt datiert momentan eine Umweltbelastung durch Pkws bei rund 160,8 Mrd. Kilogramm CO₂-Äquivalente.⁶⁰ Dieser Wert bezieht sich auf die gesamten CO₂-Emissionen von der Energiequelle bis zum Rad (Well to Wheel). Da Brennstoffzellenfahrzeuge beim Fahren kein CO₂ emittieren, spielt für die Umweltbetrachtung der wasserstoffbasierten Mobilität vor allem eine Well to Tank-Betrachtung eine Rolle. Ob die Bereitstellung von Wasserstoff mittels Erdgasreformierung eine Verbesserung der Umweltbelastung darstellt, hängt jedoch nicht nur von der Produktion ab. Zum einen fehlt es im oben beschriebenen Szenario an einem Transportnetzwerk, welches mit zusätzlichem Energiebedarf und direkten als auch indirekten CO₂-Emissionen in Verbindung gebracht werden muss. Zum anderen gibt es noch keine genauen Angaben zur seriellen Herstellung von Brennstoffzellenfahrzeugen. Hier müssen ebenfalls umwelttechnische Aspekte beleuchtet werden, z. B. wie viel CO₂-Äquivalente die Herstellung von Brennstoffzellenfahrzeugen verursacht. Trotzdem kann der errechnete CO₂-Wert als erste Einschätzung herangezogen werden. Grund hierfür ist, dass 95% der Emissionen im Verkehrssektor durch den Straßenverkehr direkt verursacht werden.⁶¹ Bei Brennstoffzellenfahrzeugen würden diese größtenteils wegfallen, wohingegen die Werte für die Produktion von Wasserstoff herangezogen werden müssten. Diese läge mit 52,73% unterhalb der jetzigen Emissionswerte. Für eine tatsächliche Senkung der Umweltbelastung im Verkehrssektor dürften Transport, Fahrzeugherstellung und Umrüstung der Tankstellen nicht über 43,9 Mrd. CO₂-Äquivalente verursachen. Eine Fokussierung auf andere Herstellmethoden könnte unter den richtigen Umweltbedingungen zu

⁶⁰ Vgl. Umweltbundesamt (2017).

⁶¹ Vgl. Umweltbundesamt (2016a).

anderen CO₂-Werten führen. Im Vergleich zur Erdgasreformierung wird ein Szenario mit gleichen Annahmen zur alkalischen Elektrolyse vorgestellt.

5.2 Alkalische Elektrolyse

Eine weitere Möglichkeit, Wasserstoff herzustellen, bietet die alkalische Elektrolyse. Hier wird Wasserstoff meistens direkt vor Ort hergestellt und bedarf üblicherweise keiner Transportleistungen.⁶² Durch De-Ionisation von Wasser und anschließender Versetzung mit Kaliumhydroxid entsteht Wasserstoff. Für die Verwendung in einer Brennstoffzelle bedarf es zudem einer Komprimierung des Wasserstoffes auf 3,1 Mega-Pascal (MPa).⁶³ Ein Brennstoffzellenfahrzeug kann Wasserstoff als Kraftstoff nur dann effizient nutzen, wenn dieser mit einer Reinheit von 99,99999 % vorliegt.⁶⁴ Deswegen muss der Wasserstoff zudem noch gereinigt werden. Als Nebenprodukt entsteht ungenutzter Sauerstoff, welcher in die Umgebung abgegeben wird. Zum anderen fallen bei der alkalischen Elektrolyse keine direkten CO₂-Emissionen an. Diese hängen hauptsächlich vom verwendeten Strom ab. Der alkalischen Elektrolyse liegen folgende Daten zugrunde:

Elektrolyse nach Pehnt (2002)	
Technische Daten	
Lebensdauer	20 a
Lebensdauer Stack	7
Produktionskapazität	18-36 kg/h
Volllaststunden	8000 h/a
Leistung	8 x 240 + 35 kVA
Wirkungsgrad	53%
Betriebsmittel	
Elektrische Energie	1,9 kWh/kWh WASSERSTOFF
Verluste Peripherie	4,10%
Wasser, deionisiert	0,3336 l/kWh H ₂
Kaliumhydroxid	25,5 mg/kWh H ₂

Tabelle 2: Parameter der Elektrolyse⁶⁵

Eine Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse unterscheidet sich von der Erdgasreformierung in mehreren Punkten. Zum einen ist die Produktionskapazität geringer, welche je nach Anlagengröße zwischen 18 und 36 kg Wasserstoff pro Stunde liegt.

⁶² Vgl. Helms et al. (2011), 69f.

⁶³ Vgl. Wulf/Kaltschmitt (2013), S. 131.

⁶⁴ Vgl. Lehmann/Lushtinetz (2014), S. 95.

⁶⁵ Quelle: Wulf/Kaltschmitt (2013), S. 132.

*Produktionskapazität * Volllaststunden = Maximale Produktionsmenge*

$$18 \frac{kg}{h} \quad * \quad 8.000 \frac{h}{a} \quad = \quad 144.000 \frac{kg}{a}$$

bzw.

$$36 \frac{kg}{h} \quad * \quad 8.000 \frac{h}{a} \quad = \quad 288.000 \frac{kg}{a}$$

Aus Tabelle 2 kann zunächst wieder die maximale Produktionsmenge für eine Elektrolyse-Anlage im Jahr errechnet werden. Bei 8.000 Volllaststunden im Jahr nimmt die maximale Produktionsmenge einen Wert zwischen 144.000 und 288.000 $\frac{kg}{a}$ an.

Weiter sollen wieder aktuelle Herstellerangaben für die Berechnung der benötigten Reichweite (1 Kilogramm Wasserstoff entspricht 100 Kilometer Reichweite)⁶⁶ herangezogen werden. Die Gesamtanzahl an gefahrenen Kilometern in Deutschland liegt, wie bereits bei den Berechnungen zur Erdgasreformierung, bei 602.645.000.000 Kilometer. Nun kann daraus die Anzahl der benötigten Elektrolyse-Anlagen errechnet werden, um alle Brennstoffzellenfahrzeuge in diesem Szenario zu versorgen:

$$\frac{602.645.000.000 km}{\frac{100 km}{kg} * 144.000 kg} = 41.850,35$$

bzw.

$$\frac{602.645.000.000 km}{\frac{100 km}{kg} * 288.000 kg} = 20.925,17$$

Zur Versorgung der Tankstellen ausschließlich mittels Elektrolyse, werden bei einer Fahrzeugflotte von 43.000.000 Brennstoffzellenfahrzeugen zwischen 20.926 und 41.851 Anlagen benötigt. Mithilfe der Betriebsmittel kann die benötigte Energie für die Herstellung von Wasserstoff errechnet werden. Wieder ist davon auszugehen, dass 1 Kilogramm Wasserstoff 33 kWh speichert.⁶⁷ Die erzeugte Energie für 144.000 Kilogramm Wasserstoff errechnet sich wie folgt:

*Produktionsmenge * Energiespeicherkapazität von Wasserstoff
= Erzeugter Strom*

$$144.000 \frac{kg}{a} * 33 \frac{kWh H(2)}{kg} = 4.752.000 kWh H(2)$$

⁶⁶ Vgl. Angaben aus Clean Energy Partnership (2017b).

⁶⁷ Vgl. Bürke (2008), S. 81.

Um eine Menge für die gesamte Fahrzeugflotte herzustellen, wird dieser Wert mit der Anzahl der Elektrolyse-Anlagen multipliziert. In diesem Zusammenhang spielt die Größe der Produktionskapazität keine Rolle, da sie in Abhängigkeit der Anlagenanzahl zum gleichen Ergebnis der gesamten erzeugbaren Energie kommen muss. Unten errechneter Wert würde sich ebenfalls bei doppelter Produktionskapazität und der Hälfte der Elektrolyse-Anlagen ergeben:

$$\begin{aligned} & \text{Erzeugbare Energie pro Anlage} * \text{Anzahl der Anlagen} \\ & = \text{Gesamte erzeugbare Energie} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 4.752.000 \text{ kWh H(2)} * 41.851 \text{ Stk.} \\ & = 1,98875952 * 10^{11} \text{ kWh H(2)} \sim 198,88 \text{ TWh} \end{aligned}$$

Aus den Betriebsmitteln folgt nun die gesamte elektrische Energie, welche benötigt wird, um genügend Wasserstoff-Energie herzustellen:

$$\begin{aligned} & \text{Wasserstoffenergie} * \text{benötigte elektrische Energie pro kWh H(2)} \\ & = \text{benötigte gesamte elektrische Energie} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1,98875952 * 10^{11} \text{ kWh H(2)} * 1,9 \frac{\text{kWh H(2)}}{\text{kWh}} \\ & = 3,778643088 * 10^{11} \sim 377,86 \text{ TWh} \end{aligned}$$

Es wird in diesem Szenario Energie von 377,86 TWh benötigt, um eine ausreichende Versorgung von Wasserstoff sicherzustellen. Das Bundesumweltamt gibt in seiner Datenbasis zur Energieeffizienz an, dass im Verkehrssektor momentan ein Endenergieverbrauch von 725 TWh im Jahre 2014 bilanziert wurde.⁶⁸ Der Anteil an mechanischer Energie lag hier über 95%. Jedoch wurde diese zu 54% aus fossilem Dieselkraftstoff und zu zirka 30% aus Benzin gewonnen. Der Anteil an Strom betrug 1,7%, was einen absoluten Wert von 12,325 TWh ergibt.

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass bei genügend Versorgungsquellen der Endenergieverbrauch verringert werden kann. Die CO₂-Belastung des durch Elektrolyse hergestellten Wasserstoffs hängt jedoch überwiegend von den Quellen der Energien ab.⁶⁹ Für die Umweltbelastung birgt der niedrigere Verbrauch in diesem Szenario sowohl Chancen als auch Risiken. Als Chance werden vor allem regenerativ erzeugte Quellen gesehen. Dazu zählen überwiegend Wind- und Wasserkraftwerke, Stromerzeugung aus Biomasse und Solarzellenenergie. Je nach geographischer Lage sind diese in unterschiedlich hohem Ausmaß nutzbar. So befinden sich z. B. in Norddeutschland mehrere Windkraftwerke, welche Strom mittels der regenerativen Quelle Wind erzeugen. Ein Transport dieses Stroms nach Süd-

⁶⁸ Vgl. Kemmler et al. (2017), S. 235.

⁶⁹ Vgl. Helms et al. (2011), S. 69.

deutschland wäre aufgrund der hohen Verluste ineffizient.⁷⁰ Wird der Strom durch regenerative Energie erzeugt, ist der CO₂ Gehalt verschwindend klein. Da also mehrere geographische Abhängigkeiten der Energiequellen bestehen, soll für weitere Berechnungen vereinfacht ein Durchschnittswert herangezogen werden. Einen guten Richtwert gibt der deutsche Strom-Mix an, welcher in Abbildung 3 dargestellt ist. Dieser zeigt den prozentualen Anteil der Endenergieträger an der Bruttostromerzeugung.

Es gibt in Deutschland verschiedene Energiequellen, die Strom bereitstellen: 54,1% des Stroms werden durch Kohle- und Kernenergie bereitgestellt. Der Anteil an regenerativen Quellen beträgt 28,5%, während restliche Energiequellen sich überwiegend auf übrige Energieträger, Kernenergie und Mineralölprodukte aufteilen. Hier entstehen Treibhausgase. Vor allem Braun- und Steinkohle haben im Vergleich zu anderen Kraftstoffen große Emissionsfaktoren. Bis zum Jahr 2050 will die Bundesregierung einen Strom-Mix, welcher bis zu 80% aus regenerativen Quellen besteht, etablieren.⁷¹

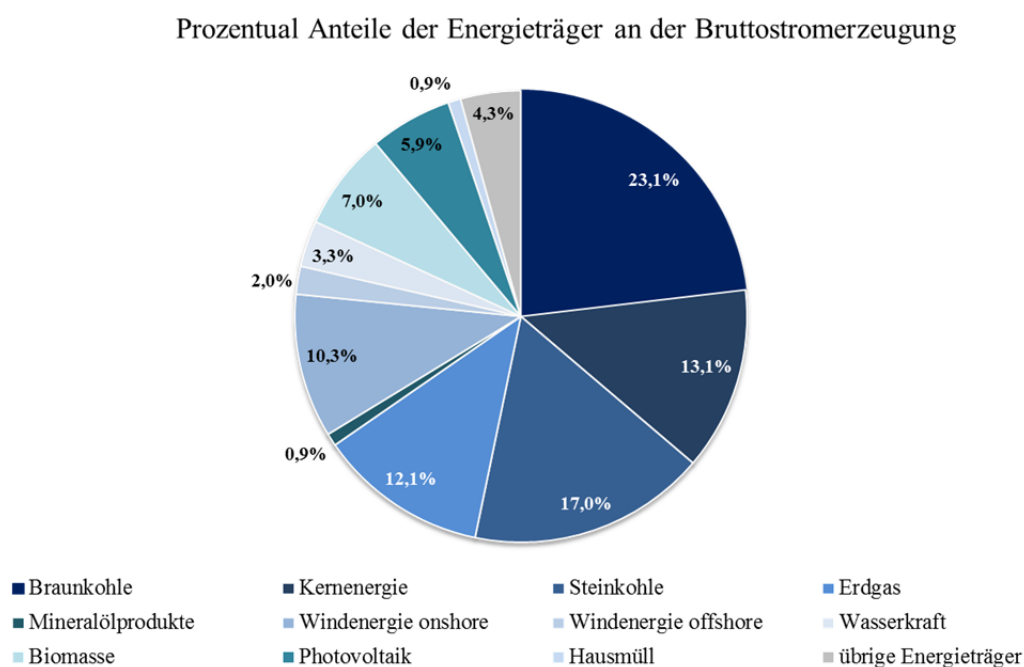


Abbildung 3: Der Strommix in Deutschland 2017⁷²

Während sich für jede einzelne Energiequelle ein Emissionsfaktor finden lässt, veröffentlicht die Stromauskunft im Auftrag der Bundesregierung Emissionsfaktoren für den gesamten Strom-Mix. Diese eignen sich als erste Einschätzung der Umweltbelastungen der verwendeten Energien und somit auch für die Energie, welche nötig

⁷⁰ Vgl. Quaschnig (2013), S. 188.

⁷¹ Vgl. Bundesregierung (2010).

⁷² Quelle: Stromauskunft.de (2017).

ist, um Wasserstoff mittels alkalischer Elektrolyse herzustellen. Für das Jahr 2016 gibt es vorerst lediglich einen Schätzwert von 527 g CO₂/kWh. Das Jahr 2015 beinhaltet nur ein vorläufiges Ergebnis, weswegen für folgende Rechnungen der verifizierte Wert aus dem Jahr 2014 herangezogen wird. Der CO₂-Emissionsfaktor beträgt hier 564 g CO₂/kWh. Mit den oben errechneten Werten für den Gesamtenergiebedarf kann die CO₂-Belastung nun konkret ausgerechnet werden:

$$\text{Energiebedarf} * \text{Emissionsfaktor}(2014) = \text{CO}(2)\text{Emissionen pro Jahr}$$

$$377,86 * 10^9 \text{ kWh} * 564 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \text{ CO}(2) = 213.113.040.000 \text{ kg CO}(2)$$

Bei der Verwendung des Strom-Mixes aus dem Jahr 2014 verursacht die Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse ca. 213.113.040.000 kg CO₂. Zur momentanen Umweltbelastung durch den Verkehrssektor, welcher bei 160,8 Mrd. kg CO₂ liegt, ist das eine Zunahme 32,53 % an CO₂-Emissionen.⁷³ Eine Verwendung des deutschen Strom-Mix ist demnach aus ökologischer Sicht abzulehnen. Um die alkalische Elektrolyse sinnvoll zu verwenden, besteht weiterer Handlungsbedarf. Eine Möglichkeit, welche bereits angestrebt wird, ist die Bereitstellung von regenerativ erzeugtem Strom, z. B. der Ausbau der Offshore-Windkraftanlagen.⁷⁴ Dadurch sinkt die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen und diese können erfolgreich substituiert werden. Solche Investitionen tragen sukzessive dazu bei, den Emissionsfaktor des dazugehörigen Strom-Mix zu senken. Ein Hauptziel der wasserstoffbasierten Mobilität ist es, Emissionen des Verkehrssektors zu senken. Mittels einer Break-Even-Analyse kann gezeigt werden, welcher Emissionsfaktor notwendig ist, um nach dem derzeitigen Stand der Technik Wasserstoff nachhaltig mittels Elektrolyse herzustellen.

$$377,86 * 10^9 \text{ kWh} * \text{Emissionsfaktor} < 160.800.000.000 \text{ kg CO}(2)$$

$$\Rightarrow \frac{160.800.000.000.000 \text{ g CO}(2)}{377,86 * 10^9 \text{ kWh}} > \text{Emissionsfaktor}$$

$$425,55 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} > \text{Emissionsfaktor}$$

Ab einem Emissionsfaktor von 425,55 g/kWh lohnt sich aus ökologischer Sicht eine Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse. Inwieweit der Emissionsfaktor derart gesenkt werden kann, hängt vom Ausbau regenerativer Energiequellen ab. Erste Hochrechnungen ziehen sogar Energie-Importe aus geographisch gesehen günstigeren Ländern wie Norwegen und Island in Betracht.⁷⁵ Da die Elektrolyse an sich ein sehr junges Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff darstellt, werden neben der alkalischen Elektrolyse auch weitere Varianten der Elektrolyse getestet. Je höher

⁷³ Vgl. Umweltbundesamt (2017).

⁷⁴ Vgl. Quaschnig (2013), S. 200f.

⁷⁵ Vgl. Krieg (2012), S. 64.

der Wirkungsgrad einer Elektrolyse ist, desto eher kann sie umweltfreundlich betrieben werden, da aus weniger benötigter Energie die gleiche Menge an Strom erzeugt werden kann. Erste Praxisversuche gibt es bereits in Form einer Elektrolyse, welche verschiedene Membrane zur besseren Wasserstoff-Produktion verwendet.⁷⁶

5.3 Biomasse

Ein hohes Potenzial bei der Herstellung von Wasserstoff wird der Biomasse zugeeilt. Sie ist in großen Mengen verfügbar und setzt sich aus bereits abgestorbenen Pflanzen sowie weiteren Reststoffen zusammen.⁷⁷ Abhängig vom Wassergehalt kann Biomasse in ein Gasgemisch überführt werden. Bestandteile dieses Gasgemisches sind Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff. Dabei ist der Kohlenstoffdioxidgehalt nur so groß, wie der Anteil, welchen die Pflanze zuvor für das Wachstum benötigt hat. Biomasse wird deshalb trotz CO₂-Emissionen als CO₂-neutral angesehen. Biomasse kann sowohl als Wärmelieferant, als auch zur Stromerzeugung und zur Wasserstoffherstellung genutzt werden. Der Grund für das hohe Potential in der Verwendung von Biomasse findet sich in der erzeugbaren Menge an Energie durch Biomasse. Wegen komplexer Abhängigkeiten, welche Pflanzen genau verwendet werden, geht diese Arbeit auf gegebene Minimal- und Maximalwerte ein.⁷⁸ Um Vergleichbarkeit zur Erdgasreformierung und zur alkalischen Elektrolyse herzustellen, müssen diese Angaben jedoch von Petajoule und Gigawattstunde umgerechnet werden. Daran anschließend erfolgt die jeweilige Minimal- und Maximalbetrachtung:

$$1PJ = 10^{15}J = 287 \text{ GWh}$$

$$\text{Minimalbetrachtung: } 853 \frac{PJ}{a} * 278 \frac{GWh}{PJ} = 237,13 \frac{TWh}{a}$$

$$\text{Maximalbetrachtung: } 1670 \frac{PJ}{a} * 278 \frac{GWh}{PJ} = 464,26 \frac{TWh}{a}$$

Die Verwendung von Biomasse kann zwischen 237,13 und 464,26 TWh Strom erzeugen. Das entspricht großen Teilen bis zu einem Überschuss an benötigtem Strom für das Elektrolyseverfahren. Wie viel Energie tatsächlich aus Biomasse gewonnen werden kann, hängt von verschiedenen komplexen Verhältnissen ab. So muss z. B. ein bestimmtes Korn-/Stroh-Verhältnis im Anbau der Pflanzen herrschen.⁷⁹ Diese und noch weitere Abhängigkeiten müssen also in der Herstellung von Wasserstoff durch Biomasse und Elektrolyse berücksichtigt werden. Die Produktion durch die Verwendung von Biomasse ist für kurzfristige Szenarien ausgelegt. Grund dafür ist,

⁷⁶ Vgl. Farah (2014), S. 48.

⁷⁷ Vgl. Griessacher/Antrekowitsch (2011), S. 14f.

⁷⁸ Vgl. GermanHy (2009), S. 54.

⁷⁹ Vgl. Kaltschmitt et al. (2016), S. 88.

dass diese Technologie schon in der Herstellung von Biodiesel verwendet wird.⁸⁰ Mit dem drastischen Anstieg der Nachfrage nach CO₂-neutralen Energieträgern kommt es zudem zu „[...] Preisschwankungen und Preissteigerungen von Nahrungs- und Futtermitteln und Energieträgern [...]“⁸¹. Auch langfristig werden der Biomasse negative Folgen zugeschrieben. Die erhöhte Nachfrage führt zu einer drastischen Anpassung der Landnutzung und birgt viele Gefahren für die Umwelt. Laut Umweltbundesamt sind Folgen „[...] in Form des Verlusts von Arten- und Habitatvielfalt durch Konversion oder Eutrophierung von Ökosystemen, der Zerstörung der für die Klimaregulation wichtigen Kohlenstoffsensensysteme wie Mooreböden und Wälder oder der Verdrängungen von indigenen Siedlungsgemeinschaften und traditionellen extensiven Landnutzungen [...]“⁸² möglich. Zwar wird Biomasse als CO₂-neutraler Energieträger gehandhabt, jedoch kann sie aus ökologischer Perspektive nicht für die langfristige Wasserstoffproduktion in Betracht gezogen werden. Sinnvoll erscheint die Verwendung von Biomasse in der Einführungsphase, wenn weitere Energiequellen einen aufkommenden Bedarf nicht schnell genug decken können. Auch als Ersatz für umweltschädlichere Verfahren, wie die Elektrolyse mittels aktuellen Strom-Mix, bietet Biomasse als etablierte Technologie für die Herstellung von Biodiesel eine Alternative. Biomasse kann vor allem Regionen versorgen, welche von anderen Energiequellen nicht beliefert bzw. versorgt werden können. Es dürfen hier jedoch nicht Anbauflächen genutzt werden, welche zu einer Verschlechterung der Gesamtsituation – wie bereits oben zitiert – führen. Eine quantitative Szenario-Analyse der direkten und indirekten Emissionen der Biomasse-Verwendung wäre im Rahmen dieses Beitrags wenig aussagekräftig. Sie kann lediglich zu bestehenden, geographisch abgestimmten Szenarien hinzugefügt werden. Grund hierfür sind die bereits erwähnten, verschieden abhängigen Faktoren in der Verwendung spezifischer Biomasse. Szenarien wie für die Erdgasreformierung und Elektrolyse können somit nicht getätigt werden. Qualitativ gesehen trägt die Verwendung von Biomasse kurzfristig zu einer ökonomischen Verbesserung der Wasserstoffproduktion bei. Mittel- und langfristig sollte sie jedoch nicht in Betracht gezogen werden, da sie ein Risiko für das Erreichen einer ökologischen Produktion darstellt.

5.4 Vergleich der Produktionsverfahren

Es wurden drei Verfahren zur Wasserstoff-Herstellung vorgestellt und in beispielhaften Szenarien weiter veranschaulicht. Bei der Verwendung von Biomasse entstehen zu viele Abhängigkeiten, um ein aussagekräftiges Szenario zu analysieren. Selbstverständlich ist eine Wasserstoff-Produktion ausschließlich aus einem einzi-

⁸⁰ Vgl. Kaltschmitt et al. (2016), S. 10.

⁸¹ Vgl. Jering et al. (2013), S. 52.

⁸² Vgl. Jering et al. (2013), S. 52.

gen Herstellungsverfahren unrealistisch. Zudem führt eine solche Betrachtung zu einer ineffizienten Ressourcenallokation. Darunter ist zu verstehen, dass Unternehmen nicht ihr volles Potential ausschöpfen.⁸³ Neben den dargestellten Verfahren existieren noch weitere, wie z. B. die Wasserstoffherstellung aus Kohlevergasung oder aus Algen. Für die Erdgasreformierung und die alkalische Elektrolyse wurden folgende Werte errechnet:

	Einheit	Wasserstoffproduktion Werte	
		Erdgasreformierung	Elektrolyse
Produktionskapazität	kg/a	5.760.000	144.000-288.000*
CO ₂ + Äquivalente pro Anlage	kg CO ₂	55.396.371	5.092.185
CO ₂ in kg bei jetziger Mobilität	kg CO ₂	5,8*10 ¹⁰	21,3*10 ¹⁰
Anzahl der Prod.Anlagen für jetzige Mobilität	Stk.	1.047	41.851
*Weitere Werte beziehen sich auf eine Produktionskapazität von 144.000 Kilogramm Wasserstoff pro Jahr			

Tabelle 3: Erdgasreformierung und Elektrolyse

Die Erdgasreformierung ist ein bereits etabliertes Verfahren und kann auf ausgereifte Technologien zurückgreifen. Sie eignet sich vor allem in der Einführungs- und Übergangsphase der wasserstoffbasierten Mobilität. So kann sie durch eine Anlage gleich mehrere Tankstellen versorgen. Wenn eine heutige Tankstelle Kraftstoff von 1.500 kg/d absetzt, könnte eine Anlage zur Erdgasreformierung rund 10 Tankstellen versorgen.⁸⁴ Außerdem kann auf bestehende Anlagen zurückgegriffen werden, solange keine Verluste für andere Industriesegmente folgen. Das bestehende Pipeline-netz für den deutschlandweiten Erdgastransport bietet zudem eine Infrastruktur für mögliche Produktionsstätten. Bei maximaler Auslastung solcher Anlagen kann die CO₂-Bilanz des Verkehrssektors verbessert werden. Auf Dauer löst sie jedoch die CO₂-Problematik nicht, weswegen langfristig gesehen auf andere Herstellmethoden zurückgegriffen werden muss. Chancen werden hier der Elektrolyse eingeräumt. Bei einem Strom-Mix, welcher überwiegend aus regenerativen Energiequellen besteht, verursacht die Elektrolyse nahezu keine CO₂-Emissionen. Bei einer geringen Produktionskapazität von 144.000 bis 288.000 Kilogramm können nur sehr wenige Tankstellen versorgt werden. Bei einer Absatzmenge von 1.500 kg/d bräuchte es bis

⁸³ Vgl. Simon (2007), S. 225.

⁸⁴ Vgl. Krieg (2012), S. 134.

zu vier Elektrolyseanlagen vor Ort, um die abgesetzte Menge einer Tankstelle zu decken.⁸⁵ Ein großflächiger Elektrolyse-Park hingegen bedarf eines ausgearbeiteten Transportnetzwerkes, damit Verluste, wie zum Beispiel beim Komprimieren des Wasserstoffgases, möglichst gering sind. Deswegen macht es Sinn, Elektrolyseure vorerst an Wasserstoff-Tankstellen zu integrieren. Elektrolyseure, welche an den deutschen Strom-Mix gebunden sind, tragen zu einer Verschlechterung der CO₂-Bilanz bei. Jedoch wird momentan nicht das volle Potential an regenerativer Energie genutzt. So müssen z. B. Windkraftwerke abgeschaltet werden, weil es durch den überschüssig erzeugten Strom zu einer Überlastung des Stromnetzwerks kommt.⁸⁶ Dieser überschüssig erzeugte Strom könnte für das Verfahren der Elektrolyse eingesetzt werden, damit diese nicht zur CO₂-Belastung beiträgt. Der eingespeicherte Strom würde in Form von Wasserstoff das Stromnetz nicht überlasten und könnte bei Flaute in dieses eingespeist werden. Eine Bedingung an die Elektrolyse ist, dass sie bei Verwendung regenerativer Energien keine Engpässe in der Energieversorgung verursacht. Industrien, welche auf Strom angewiesen sind, müssten dann auf überwiegend umweltschädliche Stromquellen zurückgreifen und würden die Einsparungen der Elektrolyse wieder aufheben. Mit dem Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 Strom aus bis zu 80% regenerativen Stromquellen zu erzeugen, entsteht für die Elektrolyse eine Chance. Die Erdgasreformierung kann bei einem Erreichen dieser Werte langfristig abgebaut werden.

6 Transport von Wasserstoff zur Versorgung der Tankstellen

Bislang wurden in dieser Arbeit nur der Aufbau eines Tankstellennetzes sowie die Erzeugung von Wasserstoff an sich betrachtet. Eine entscheidende Rolle in Bezug auf wasserstoffbasierte Mobilität spielt der Transport des Wasserstoffs von der Produktionsstätte bis zur Wasserstoff-Tankstelle. Bei Wasserstoff handelt es sich um ein Gefahrgut. Gefahrgüter obliegen den Richtlinien des Gefahrenbeförderungsgesetzes.⁸⁷ So ist Wasserstoff hochentzündlich und kann bei Erwärmung explodieren. Zudem wird Wasserstoff unter hohem Druck gespeichert. Wasserstoff bedarf deshalb sowohl bei Transport als auch bei Speicherung der Sicherheitskennzeichnungen von Hazard statements (H-Sätze) und Preculatory statements (P-Sätze):

⁸⁵ Vgl. Krieg (2012), S. 134.

⁸⁶ Vgl. Frankfurter Rundschau (2011).

⁸⁷ Vgl. Bundesregierung (2017).

H220	Extrem entzündbares Gas
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren
P210	Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen
P377	Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann
P381	Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren

Tabelle 4: H- und P-Sätze für Wasserstoff⁸⁸

Solche Sicherheitskennzeichnungen werden je nach Land unterschiedlich behandelt. Deswegen zeichnet sich der Ausbau des Wasserstoff-Tankstellennetzes durch unterschiedlich hohen bürokratischen Aufwand aus, der sich auch auf den Transport auswirkt und notwendig ist, um Sicherheit zu garantieren.

Der Transport von Wasserstoff kann durch mehrere Wege erfolgen. Hauptsächlich stehen Transporte via Pipeline oder Lkw zur Verfügung.⁸⁹ Zudem ist eine dezentrale Versorgung einzelner Tankstellen ebenfalls möglich. Wasserstoff kann vor Ort hergestellt werden und benötigt in diesen Fällen keinen Transport. Solche Optionen sind vor allem in den anfänglichen Phasen sinnvoll, da bereits ein kleines Produktionsprogramm ausreicht, um den Bedarf der jetzigen Fahrzeugflotte an Brennstoffzellenautos zu decken. Für spätere, größere Fahrzeugflotten sind Transporte jedoch unabdingbar. Eine einzelne dezentrale Elektrolyseanlage könnte Wasserstoff in Höhe von jetzigen Absatzmengen an Tankstellen nicht herstellen. Durchschnittlich betragen diese 1.500 kg/d und so könnte erst mit vier Elektrolyseanlagen eine minimale Produktionskapazität von 144.000 kg/a gedeckt werden. Langfristig lohnt es sich, zentrale Lager zu errichten. Bestehende Transportmöglichkeiten, wie z. B. der Erdgas-Transport via Pipeline, können als Vorlagen dienen und ausgebaut werden.⁹⁰

Die Einführung von wasserstoffbasierter Mobilität hängt zum großen Teil auch von dem Anschluss der Wasserstoff-Tankstellen an ein Transportnetzwerk ab. Wie eingangs bereits erwähnt, gibt es die Möglichkeit, Tankstellen an ein Rohrleitungssystem anzuschließen. Beispiele für solche Tankstellen finden sich in der Erdgasbranche.⁹¹ Für Tankstelleneinhaber sind in diesem Zusammenhang vor allem jene Kosten, die auf den Transport des Kraftstoffes entfallen, ausschlaggebend. Für Was-

⁸⁸ Vgl. Etikettenwissen.de (2017).

⁸⁹ Vgl. Krieg (2012), S. 120.

⁹⁰ Vgl. Schumacher (2011), S.66.

⁹¹ Vgl. Schumacher (2011), S. 66.

Wasserstoff gibt es mehrere Faktoren, die sich auf die Kosten auswirken. Dazu gehören, bezogen auf den Aufbau eines Pipelinesnetzwerks, spezifische Kosten für Wasserstoffrohre und -kompressoren. Des Weiteren hängen die Kosten für ein Pipelinesystem vor allem von dessen Länge ab.⁹² Diese wiederum steht in Abhängigkeit zu Wasserstoffquellen und -tankstellen. Transporte via Lkw sind in Einführungsphasen unabdingbar. Solange Tankstellen wie auch mögliche Pipelines nicht mit hohen Durchsatzraten betrieben werden können, stellen sie die kostengünstigere Alternative dar.⁹³ Langfristig zeichnet sich jedoch ein Trend zum Aufbau eines Pipelinesnetzwerks ab, da Skaleneffekte erzielt werden können.⁹⁴ Diese wirken sich positiv auf die Kostenminimierung aus. Die momentanen Kosten an einer Wasserstoff-Tankstelle betragen 0,95 Euro pro 100 Gramm Wasserstoff.⁹⁵ Diese könnten in Zukunft gesenkt werden und sich positiv auf die Nachfrage auswirken. Wasserstoffbasierte Mobilität kann von der Transportlösung eines Pipelinesnetzwerks am meisten profitieren. Langfristig folgt für die dezentrale Herstellung von Wasserstoff, dass diese nur in wenigen Fällen benötigt wird. Erste Berechnungen führen zu Kostenvorteilen der dezentralen Produktion gegenüber der Transportlösung erst bei weiten Entfernungen. Für die Erdgasreformierung rentiert sich die On-site-Herstellung ab 280 km Entfernung und bei der Elektrolyse ab 500 km Entfernung.⁹⁶ Eine erste Ausarbeitung der Infrastruktur, basierend auf den Studien von GermanHy, findet sich in der Studie des Jülicher Zentrums anhand einer Simulation. Abbildung 4 zeigt „[...] eine Deutschlandkarte, in der die Pipeline (rote und gelbe Linien) [...] und die Tankstellen (gelbe Punkte) aufgeführt sind.“⁹⁷ Erkennbar sind hier die geographischen Schwerpunkte, welche bei der Simulation deutlich werden. Diese befinden sich überwiegend in Westdeutschland und reichen von dort aus bis nach Berlin und München. Ebenfalls simuliert wurden Werte bzgl. der Kosten und Länge des Pipelinesnetzwerks. Diese können als Grundlage für Hypothesen bzgl. des Ausbaus eines solchen Netzes dienen. Insgesamt beinhaltet Abbildung 4 ein Wasserstoff-Pipelinesnetzwerk von zirka 48.000 km und erwartete Kosten von 23 Mrd. Euro. Zusätzlich fallen für die Distribution 0,79 €/kg an. Der Rahmen, in dem sich die Kosten für den Wasserstoff-Transport bewegen werden, kann aus diesen Werten schlussgefolgert werden. Das wirft zum einen die Frage auf, inwieweit und wann solche Investitionen getätigt werden, um großflächig ein Tankstellennetz zu versorgen; zum anderen, ob die Anzahl an Wasserstoffautos eine Menge erreichen wird,

⁹² Vgl. Krieg (2012), S. 169.

⁹³ Vgl. Krieg (2012), S. 195.

⁹⁴ Vgl. Krieg (2012), S. 143.

⁹⁵ Vgl. Clean Energy Partnership (2017c).

⁹⁶ Vgl. Krieg (2012), S. 195.

⁹⁷ Krieg (2012), S. 168.

bei der sich ein solches Transportnetzwerk rechnet. In Konkurrenz zu Brennstoffzellenfahrzeugen stehen Elektroautos mit Akkumulatoren.⁹⁸

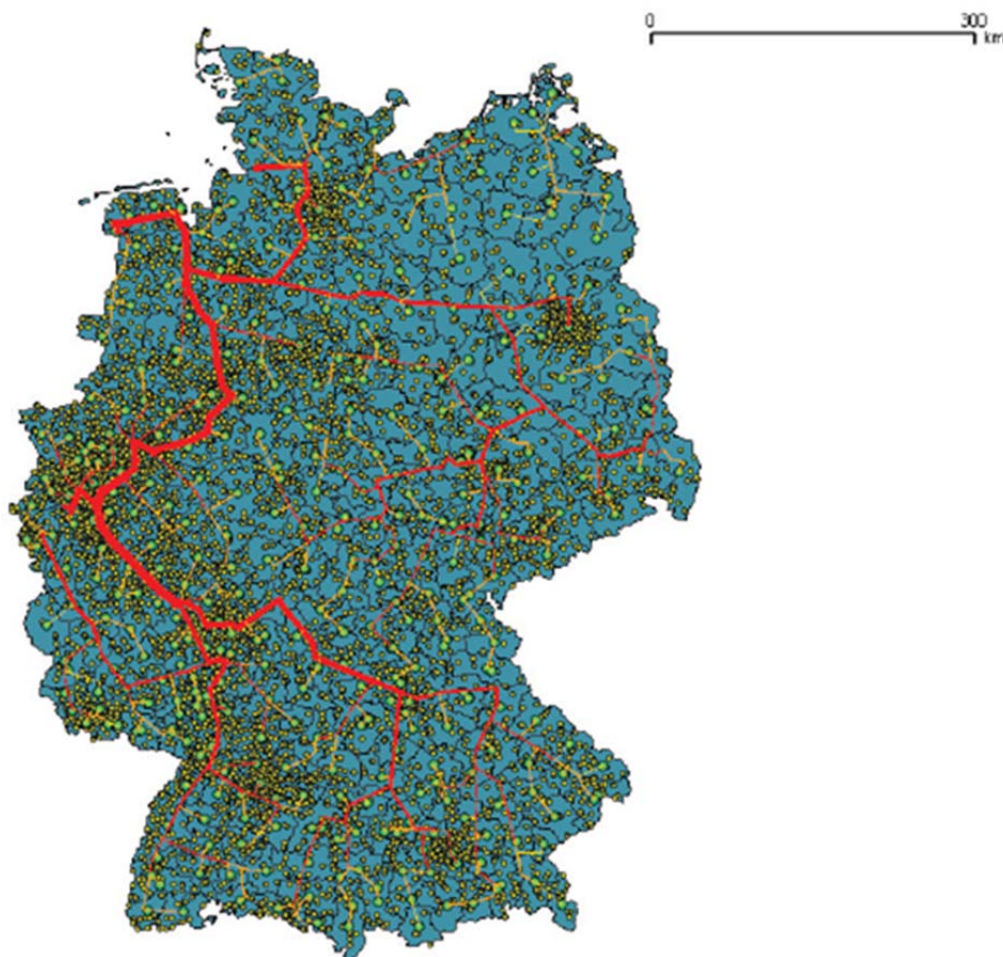


Abbildung 4: Pipelinenetz für Deutschland⁹⁹

7 Fazit

Wasserstoffbasierte Mobilität birgt durch die spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff sowohl Chancen als auch Risiken. Ziel dieser Arbeit war es, durch Analysen der jetzigen Situation und eigener Szenarien einen Rahmen abzustecken. Dieser Rahmen soll vor allem Grenzen und erste CO₂-Emissionen markieren. Für Wasserstoff-Autos dieser Art existieren momentan – inklusiver derer, welche sich im Aufbau befinden – 61 Wasserstoff-Tankstellen. Weitere Tankstellen werden für rein betriebliche bzw. forschungsrelevante Zwecke genutzt und sind der Öffentlichkeit nicht zugänglich. Das momentane Tankstellennetz für Fahrzeuge, die mit Ottokraftstoffen oder anderen fossilen Brennstoffen fahren, kann technisch gesehen für eine

⁹⁸ Vgl. Yay (2010), S. 11.

⁹⁹ Quelle: Krieg (2012), S. 168.

Betankung von Wasserstoff-Fahrzeugen umgerüstet werden. Die Höhe der Kosten für eine Umrüstung betragen laut Literaturangaben bis zu 2 Mio. Euro pro Tankstelle. In einzelnen Fällen wird diese Grenze jedoch überschritten – siehe Bsp. Hamburg mit 2,8 Mio Euro.¹⁰⁰ Charakteristische Merkmale einer Wasserstoff-Tankstelle sind verschiedene Druckspeicher, mindestens eine Kühlvorrichtung sowie je mindestens ein Kompressor und Dispenser. Unter Umrüstung wird die Integration einer Wasserstoff-Tankvorrichtung in eine bestehende Tankstelle verstanden. Dies erscheint auch die gängigste Lösung. Neben der Integration gibt es verschiedene weitere Varianten. Dazu gehört zum einen die Stand-alone-Wasserstoff-Tankstelle, welche komplett neu erbaut werden muss, zum anderen aber auch mobile Lösungen, für die eine Errichtung einer Wasserstoff-Tankstelle unrentabel erscheint. Neben den drei gängigen Variantenlösungen forscht die Honda Aktiengesellschaft zudem an einer Lösung für eine private Wasserstoff-Tankstelle. Diese soll durch Solarenergie eine Betankung in der eigenen Garage ermöglichen. Das Produktions- und Logistiknetzwerk umschließt wesentliche Punkte in der Einführung von wasserstoffbasierter Mobilität. Neben den einzelnen Standorten für Wasserstoff-Tankstellen müssen zudem Versorgungsquellen vorhanden sein. Diese wiederum benötigen verschiedene Energiequellen, aus denen sie Wasserstoff herstellen können. Ein geeignetes Transportnetzwerk muss jeweilige Standorte miteinander verbinden. Dabei steht die ökologische Nachhaltigkeit im Vordergrund, da diese vorrangig zur Idee von wasserstoffbasierter Mobilität geführt hat. Aus dem jetzigen Stand an Pkws auf deutschen Straßen und der durchschnittlichen Absatzmenge der Tankstellen an Kraftstoff wird eine potentielle Absatzmenge von ungefähr 5,67 Mrd. Kilogramm Wasserstoff prognostiziert. Die tatsächliche Absatzmenge ist in jedem Fall kleiner, da hier von der Annahme ausgegangen wurde, dass alle bestehenden Pkws durch Brennstoffzellenfahrzeuge ersetzt werden können und das jetzige Tankstellensystem Wasserstoff mit den jetzigen Mengen an Kraftstoff absetzen kann. Dieser Wert dient als eine obere Grenze und soll die Größenverhältnisse veranschaulichen. Die Energie, um eine solche Menge an Wasserstoff herzustellen, kann in der Quantität als gegeben angesehen werden. Jedoch hängt vieles von der Art der Energie ab. So finden sich im Gebrauch von regenerativen Energiequellen Engpässe, welche in Zukunft sukzessive aufgelöst werden müssten. Dabei dürfen keine Engpässe in anderen Industriebereichen entstehen, sonst werden positive Effekte auf die Umweltbilanz neutralisiert. Neben den vorgestellten Versorgungsmöglichkeiten der Erdgasreformierung, der alkalischen Elektrolyse und der Verwendung von Biomasse, gibt es noch weitere Lösungsansätze. Dazu gehören vor allem Kohlevergasung und Wasserstoffproduktion aus Algen. Letztere erscheint unter wissenschaftlicher Betrachtung als relevant. Denn die Frage, in welchem Ausmaß Wasser-

¹⁰⁰ Vgl. HZwei (2015).

stoff durch Algen hergestellt werden kann und inwieweit dies zur ökologischen Nachhaltigkeit beiträgt, ist noch nicht ausreichend beantwortet.

Der Transport von Wasserstoff kann per Lkw und Pipelines erfolgen. Dabei wird der dezentralen Wasserstoffproduktion nur eine geringe Rentabilität zugesprochen. Erste Simulationen ergeben für ein Pipelinennetzwerk eine Länge von 48.000 km und Kosten in Höhe von 23 Mrd. Euro. Dabei ist vor allem auf die Gefahrguteigenschaft von Wasserstoff und die erhöhten Kosten für Stahlrohre zu achten. Ferner wird davon ausgegangen, dass nicht alle Tankstellen umgerüstet werden müssen, um eine flächendeckende Wasserstoffversorgung zu realisieren.

Diese Arbeit konnte keine zwingenden, ökologisch fraglichen Gründe gegen die Einführung von wasserstoffbasierter Mobilität in Deutschland finden. Um einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, ist eine globale Betrachtung unabdingbar. In weiterer Forschung müssten die Auswirkungen einer nationalen Einführung von Wasserstoff auf internationale Märkte untersucht werden. Anfangspunkt hierbei könnten Energieimporte aus geographisch günstigen Regionen sein. Als Beispiel könnten hier Island und Norwegen angeführt werden, welche durch ihre geographisch günstige Lage Windenergie bereitstellen können. Um Stromnetze nicht zu überlasten, könnte per Elektrolyse Energie in Form von Wasserstoff gespeichert werden und per Pipeline in andere Regionen transportiert werden. Insofern ist zu hoffen, dass sich in Zukunft auch mehrere Länder der Einführung von ökologisch nachhaltigen Mobilitätslösungen annehmen und somit eine globale Lösung gefunden wird. Aufgrund der Verantwortung gegenüber nachfolgenden Generationen kann es auf den Punkt gebracht werden: Wir müssen heute in den sauren Apfel beißen, um zukünftig noch Äpfel essen zu können. Oder, um es mit Kermit dem Frosch zu sagen: „Es ist nicht einfach, grün zu sein“.¹⁰¹

8 Literatur

Adolf, J./Balzer, C. H./Louis, J./Schabla, U./Fischedick, M./Arnold, K./Pastowski, A./Schüwer, D. (2017): Shell Wasserstoff-Studie. Energie der Zukunft? Nachhaltige Mobilität durch Brennstoffzelle und H₂, Hamburg.

Auto Zeitung (2017): Verbot von Benzin- und Dieselaautos, Merkel gibt Verbrennern noch "viele, viele Jahre", <http://www.autozeitung.de/zev-benziner-diesel-verbot-bis-2050-116894.html>, abgerufen am 09.10.2017.

Bahmann, M. (2008): Die Bilanzierung und Besteuerung von Emissionszertifikaten, Hamburg.

¹⁰¹ „Bein’ Green“ (oder auch „It’s Not Easy Bein’ Green“) ist ein bekannter Song, geschrieben von Joe Raposo, gesungen von Jim Henson als „Kermit der Frosch“ sowohl in der Sesamstraße als auch in der Muppet Show.

- Bonhoff, K. (2017): Supporting market ramp-up of hydrogen and fuel cell technologies. Plenary Session 2: Hydrogen and Fuel Cells National Initiatives, Strategies and Legislation, NOW - Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, Zaragoza.
- Bretzke, W.-R. (2014): Nachhaltige Logistik, Zukunftsfähige Netzwerk- und Prozessmodelle, 3. Auflage, Berlin u.a.
- Bührke, T. (Hrsg.) (2008): Erneuerbare Energie. Alternative Energiekonzepte für die Zukunft ; [mit Informationen zu aktuellen Förderprogrammen], Weinheim.
- Bundesregierung (2010): Das Energiekonzept 2050.
- Bundesregierung (2017): Umsteigen auf Elektrofahrzeug. Eine Million E-Autos bis 2020.
- Clean Energy Partnership (2017a): H₂-Infrastruktur. CEP Tankstellen.
- Clean Energy Partnership (2017b): H₂-Mobilität. CEP Fahrzeugflotte.
- Clean Energy Partnership (2017c): Wasserstoff-Infrastruktur. Was kostet Wasserstoff an der Tankstelle?
- Clean Energy Partnership (2017d): Wer ist die CEP?
- Deutsche Post DHL Group, Elektromobilität.
- Deutscher Bundestag (1975): Gefahrenbeförderungsgesetz Deutschland. GGBefG.
- Deutscher Verband Flüssiggas (2017): Tankstellenfinder: Wo kann Autogas getankt werden?
- Eichseder, H./Klell, M. (2010): Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik. Erzeugung, Speicherung, Anwendung, 2. Aufl., Wiesbaden.
- Energieportal24 (2004): Weltweit größte Wasserstofftankstelle in Berlin eröffnet.
- Etikettenwissen.de: H- und P-Sätze.
- Farah, F. (2014): Wirtschaftlichkeitsszenarien von Speichermöglichkeiten als Grundlage für Geschäftsmodelle von Energieversorgern, Hamburg.
- Finanztreff (2017): Daimler sieht immer geringere Vorteile der Brennstoffzelle, in: <http://www.finanztreff.de/news/daimler-sieht-immer-geringere-vorteile-der-brennstoffzelle/11993498>, abgerufen am 9. 8. 2017.
- Focus online (2017): Angeblich mehr CO₂ durch Dieselautos als Benziner - Umweltverband fordert Steuererhöhung, http://www.focus.de/auto/news/abgas-skandal/studie-angeblich-mehr-co2-durch-dieselautos-als-benziner-umweltverband-fordert-steuererhoehung_id_7607660.html, abgerufen am 09.10.2017.

- Frankfurter Rundschau (2011): Windräder werden immer häufiger abgeschaltet, Frankfurter Rundschau, 2011. Jg.
- Gas24 (2017): Erdgastankstellenübersicht.
- Geitmann, S. (2013): Wasserstoff-Autos. Was uns in Zukunft bewegt, Hydrogeit.
- GermanHy (Hrsg.) (2009): Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland 2050.
- Gerster, M./Wimmelbücker, S. (2014): Wasserstofffahrzeuge in Deutschland. Warum bisher erst 314 Brennstoffzellenautos zugelassen wurden, in: <http://www.automobilwoche.de/article/20170118/NACHRICHTEN/170119880/wasserstofffahrzeuge-in-deutschland-warum-bisher-erst--brennstoffzellenautos-zugelassen-wurden>, abgerufen am 01.08.2017.
- Giddens, A. (2009): The politics of climate change, Cambridge.
- Griessacher, T./Antrekowitsch, J. (2011): Biomasse – Ein Ausweg aus der CO₂-Problematik im Metall-recycling! ?, BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 156. Jg., Nr. 1, S. 14–21.
- H₂-Mobility, undefined, in: <http://h2-mobility.de/h2-stationen/>, abgerufen am 26.06.2017.
- HA Hessen Agentur GmbH (Hrsg.) (2011): Wasserstoff-Tankstellen. Ein Leitfaden für Anwender und Entscheider, Wiesbaden.
- Helms, H./Jöhrend, J./Hanusch, J./Höpfner, U./Lambrecht, U./Pehnt, M. (Hrsg.) (2011): UMBReLA Umweltbilanzen Elektromobilität. Wissenschaftlicher Grundlagenbericht.
- Hydrogen Council, Hydrogen Council. New „Hydrogen Council“ launches in Davos.
- HZwei (2015): Neue Wasserstoff-Tankstelle in Hamburg eingeweiht, Hydrogeit, 2015. Jg.
- Jering, A./Klatt, A./Seven, J./Ehlers, K./Günther, J./Andreas, O./Mönch, L. (2013): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen.
- Kaltschmitt, M./Hartmann, H./Hofbauer, H. (2016): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren, 3. Aufl.
- Kemmler, A./Straßburg, S./Seefeldt, F./Anders, N./Rohde, C./Fleiter, T./Aydemir, A./Kleeberger, H./Hardi, L./Geiger, B. (2017): Datenbasis zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Zeitreihe 2005 – 2014. Endbericht, Dessau-Roßlau.
- Kerkhoff, H. J./Dahlmann, P. (2015): Stahl und Nachhaltigkeit. Eine Bestandsaufnahme in Deutschland, 13. Aufl.

- Kraftfahrt-Bundesamt, Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2017. Zahlen zum 1. Januar 2017 im Überblick.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Verkehr in Kilometern der deutschen Kraftfahrzeuge im Jahr 2016. Gesamtkilometer steigen um 1,4 Prozent.
- Krieg, D. (2012): Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff, Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2012, Jülich.
- Kurzweil, P./Scheipers, P. (2010): Chemie. Grundlagen, Aufbauwissen, Anwendungen und Experimente, 8. Aufl., Wiesbaden.
- Lehmann, J./Luschtinetz, T. (2014): Wasserstoff und Brennstoffzellen. Unterwegs mit dem saubersten Kraftstoff, Berlin.
- Manager Magazin (2017): Zentrales Argument der Autoindustrie wankt - Dieselaautos sind laut Studie klimaschädlicher als Benziner, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/abgasskandal-diesel-stossen-laut-studie-mehr-co2-aus-als-benziner-a-1168560.html>, abgerufen am 09.10.2017.
- Markus Bachmeier (2016): H2-Tankstellen, Hannover.
- Mineralölwirtschaftserband e.V. (2017): Tankstellenbestand.
- Pluta, W. (2010): Honda entwickelt Wasserstofftankstelle für daheim. Anlage in der Garage soll über Nacht das Auto für den nächsten Tag betanken, in: <https://www.golem.de/1001/72716.html>, abgerufen am 05.08.2017.
- Quaschnig, V. (2013): Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe - Techniken und Planung - Ökonomie und Ökologie - Energiewende, 3. Aufl., München.
- Rammer, B./Millner, R./Boehm, C. (2017): Comparing the CO2 Emissions of Different Steelmaking Routes, BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 162. Jg., Nr. 1, S. 7–13.
- Ring, C. (2017): Spült Wasserstoff die E-Autos von der Straße? Mit neuen Modelle und Milliarden-Investitionen kann H2 zum Treibstoff von morgen werden, <http://www.bild.de/auto/auto-news/wasserstoff/spuelt-wasserstoff-die-e-autos-von-der-strasse-50890734.bild.html>, abgerufen am 09.10.2017.
- Rühle, A.-S. (2012): Wasserstoff und Wirtschaft. Investieren in eine saubere Zukunft.
- Salchenegger, S. (2006): Emissionen von Wasserstofffahrzeugen. Abschätzung der Emissionen von wasserstoff- und brennstoffzellenbetriebenen Fahrzeugen, Wien.

- Schumacher, T. (2011): Vertikale Integration im Erdgasmarkt. Eine industrieökonomische Betrachtung, Wiesbaden.
- Schweiger, A. (2017): E-Autos bieten derzeit keinen ökologischen Vorteil, Braunschweiger Zeitung, <http://www.braunschweiger-zeitung.de/mitreden/antworten/article211879555/E-Autos-bieten-derzeit-keinen-oekologischen-Vorteil.html>, abgerufen am 09.10.2017.
- Simon, M. C. (2007): Der Internationalisierungsprozess von Unternehmen.
- Statista, Anzahl der Ladestationen für Elektroautos in Deutschland bis Q2 2017
PREMIUMAnzahl der Ladestationen und der Anschlüsse für Elektrofahrzeuge in Deutschland im Zeitraum 4. Quartal 2015 bis 2. Quartal 2017 (Stand: 1. Juni 2017).
- Statista, Anzahl der Tankstellen in Deutschland von 1950 bis 2017.
- Statista (2017): Anzahl der Tankstellen in Deutschland von 1950 bis 2017.
- Stern, N. (2007): The economics of climate change – the Stern review, Cambridge.
- Stromauskunft.de (2017): Stromerzeugung in Deutschland. Strommix in Deutschland 1990-2016, in: <https://www.stromauskunft.de/strompreise/strommix-in-deutschland/>, abgerufen am 09.08.2017.
- Stuttgarter Nachrichten (2017): Feinstaub-Studie – 5000 Europäer sterben jährlich durch Dieselmotoren, <http://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.feinstaubstudie-5000-europaeer-sterben-jaehrlich-durch-dieselmotoren.4a7c2857-1aad-40b1-be63-4a5224e61e6a.html>, abgerufen am 09.10.2017.
- Süddeutsche Zeitung (2017): In Fürholzen entsteht die "Raststätte der Zukunft". Umweltschützer kritisieren den großen Flächenverbrauch, Süddeutsche Zeitung, 2017. Jg.
- Töpler, J./Lehmann, J. (2014): Wasserstoff und Brennstoffzelle. Technologien und Marktperspektiven, Berlin.
- Toyota.de (2017): Der Toyota Mirai. Die erste Wasserstoff-Limousine in Großserie.
- Trzesniowski, M. (2014): Rennwagentechnik. Grundlagen, Konstruktion, Komponenten, Systeme, 4. Aufl., Wiesbaden.
- TÜV Süd (2017): Hydrogen Refuelling Stations Worldwide, in: <https://www.netinform.de/H2/H2Stations/H2Stations.aspx?Continent=EU&StationID=-1>, abgerufen am 05.07.2017.
- Umweltbundesamt (2016a): Emissionsquellen. Verkehrsemissionen belasten Luft und Klima, in: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgasemissionen/emissionsquellen>, abgerufen am 09.08.2017.

Umweltbundesamt (2016b): Feinstaubwerte 2015. Grenzwerte, Umweltbundesamt.

Umweltbundesamt (2017): Treibhausgasemissionen 2015 im zweiten Jahr in Folge leicht gesunken. Energiewende beginnt zu wirken – Emissionen des Verkehrs stagnieren aber weiter.

Vetter, P./Wanner, C./Wüpper, G. (2017): Europas Abkehr vom Verbrennungsmotor, <https://www.welt.de/wirtschaft/article167086871/Europas-Abkehr-vom-Verbrennungsmotor.html>, abgerufen am 09.10.2017.

Von Weizsäcker, E. U.; Hargroves, K.; Smith, M. (2009): Faktor Fünf – Die Formel für nachhaltiges Wachstum, München.

Wulf, C./Kaltschmitt, M. (2013): Wasserstoff als Kraftstoff im Deutschen Verkehrssektor, *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 37. Jg., Nr. 2, S. 127–141.

Yay, M. (2010): Elektromobilität. Theoretische Grundlagen, Herausforderungen sowie Chancen und Risiken der Elektromobilität, diskutiert an den Umsetzungsmöglichkeiten in die Praxis, Frankfurt M., Wien u.a.

Robust, nachhaltig oder grün? – Was ist „Slow Logistics“?

Immanuel Zitzmann

Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Produktion und Logistik, Feldkirchenstraße 21, 96052 Bamberg, immanuel.zitzmann@uni-bamberg.de

1	Einführung und Problemstellung.....	41
2	Vorstellung der verschiedenen Logistikkonzeptionen	42
3	Differenzen und Schnittmengen der „robusten“, „nachhaltigen“ und „grünen Logistik“ mit der „Slow Logistics“	49
4	Zusammenfassung	54
5	Literaturverzeichnis	54

Abstract:

Die Leistungserstellung in Logistiknetzwerken ist zunehmend von Unsicherheiten bedroht. Zusätzlich verlangen gesellschaftliche Veränderungen die Berücksichtigung ökologischer wie auch sozialer Aspekte bei der Gestaltung von Logistiksystemen. Mit der „Slow Logistics“ existiert ein Ansatz, der auf den ersten Blick sowohl die Anforderungen an die Robustheit wie auch die Nachhaltigkeit erfüllt. Der vorliegende Beitrag führt eine literaturbasierte, qualitative Untersuchung durch, die klärt, ob dies tatsächlich der Fall ist. Dabei werden die Zusammenhänge zu den Konzepten einer „robusten Logistik“, „nachhaltigen Logistik“ und „grünen Logistik“ aufgezeigt.

JEL Classification: M29

Keywords: Slow Logistics, Grüne Logistik, Nachhaltige Logistik, Robuste Logistik

1 Einführung und Problemstellung

Globale Logistiknetzwerke und Supply Chains sind zunehmend von Unsicherheiten bedroht.¹ Prominentes Beispiel hierfür ist der Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull im Jahr 2010. Obwohl dieser zu keinen Schäden bei der Infrastruktur geführt hat, unterbrach er die Leistungserstellung u. a. bei BMW sowie den Elektronikkonzernen Samsung und LG.² Weitere Beispiele für regionale Ereignisse, die Auswirkungen auf globale Logistiknetzwerke haben, sind etwa ein Erdbeben in Japan oder ein Unwetter in Neckarsulm.³ Vor diesem Hintergrund besteht die Forderung, dass Leistungsnetzwerke, ihre Logistik und Prozesse „robust“ gestaltet werden sollen.

Neben dieser Entwicklung stellt die Stärkung der Nachhaltigkeit eine große gesellschaftliche Herausforderung dar, welche auch die Logistikbranche betrifft.⁴ Das von der Bundesregierung ausgegebene Ziel der Reduktion der Luftschadstoffe um 45 % bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2005 erfordert auch in der Logistik entsprechende Einsparungen.⁵ Im Kontext der Nachhaltigkeit gilt es neben der ökologischen Perspektive weitere Aspekte zu beachten, die die Ressourcenschonung und Generationengerechtigkeit betreffen.⁶

Ein möglicher Gestaltungsansatz, mit dessen Hilfe diesen Anforderungen entsprochen werden soll und der zunehmend seinen Weg in die wissenschaftliche Diskussion als auch in die Praxis findet, ist die sogenannte „Slow Logistics“.⁷ Der vorliegende Beitrag hat das Ziel, zu überprüfen, ob dieser Ansatz theoretisch in der Lage ist, einen Beitrag zur Nachhaltigkeit und Robustheit von Logistiknetzwerken zu leisten. Daher erfolgt zunächst im zweiten Kapitel eine Vorstellung der jeweiligen Begriffe „robuste Logistik“, „nachhaltige Logistik“, „grüne Logistik“ sowie „Slow Logistics“. Anschließend findet im dritten Kapitel ein Vergleich des letztgenannten Ansatzes mit den drei übrigen Konzepten anhand der in der „Slow Logistics“ eingesetzten Instrumente statt. Bevor im vierten Kapitel eine Zusammenfassung des Beitrags erfolgt, findet eine finale Bewertung statt, ob die „Slow Logistics“ aus theoretischer Sicht auch „robust“, „nachhaltig“ und „grün“ ist.

¹ Vgl. Simangunsong et al. (2012); Vlajic et al. (2012); Manuj/Mentzer (2008).

² Vgl. Spiegel Online (2010); Süddeutsche Zeitung (2010); Welt (2010).

³ Vgl. Frankfurter Allgemeine (2016); Neidhart (2016).

⁴ Vgl. DHL (2010), S. 14–15.

⁵ Vgl. für die Zielsetzung Die Bundesregierung (2017), S. 79.

⁶ Vgl. WCED, S. 8.

⁷ Vgl. Wiese (2016); VIL (2010).

2 Vorstellung der verschiedenen Logistikkonzeptionen

Vor der Erläuterung bzw. Definition der vier in diesem Beitrag betrachteten Logistikkonzeptionen soll zunächst das für die weiteren Ausführungen geltende Verständnis der Logistik vorgestellt werden. Dies ist notwendig, da es verschiedene Perspektiven sowie Definitionen der Logistik gibt.⁸ Der Beitrag folgt dabei dem weiten Logistikverständnis von Göpfert:

„Die Logistik ist eine moderne Führungskonzeption zur Entwicklung, Gestaltung, Lenkung und Realisation effektiver und effizienter Flüsse von Objekten (Güter-, Informations-, Geld- und Finanzflüsse) in unternehmensweiten und unternehmensübergreifenden Wertschöpfungssystemen.“⁹

Zur Spezifikation, was unter effektiven und effizienten Flüssen zu verstehen ist, werden die von Plowman definierten Anforderungen in Form der „7-R-Regel“ herangezogen. Demnach ist es Ziel der Logistik, die

- richtige Ware zur
- richtigen Zeit am
- richtigen Ort in der
- richtigen Menge mit der
- richtigen Qualität, dem
- richtigen Kunden, zu den
- richtigen Kosten

zur Verfügung zu stellen.¹⁰ Die „richtigen Kosten“ werden dabei häufig mit den minimalen Kosten gleichgesetzt.¹¹ Im weiteren Verlauf der Ausführungen dienen die „Rs“ und deren Variationen als Instrument zum Aufzeigen der Unterschiede der betrachteten Logistikkonzeptionen. Sie werden daher in den folgenden Abschnitten 2.1 bis 2.4 aus Sicht der einzelnen Ansätze betrachtet. Dieser Analyse geht zunächst jeweils die Vorstellung der Begriffe „Robustheit“, „Nachhaltigkeit“, „Grün“ und „Slow“ im Zusammenhang mit der Logistik voraus.

2.1 Der Ansatz der „robusten Logistik“

Die Forderung, Logistiksysteme robust zu gestalten, findet sich besonders im Kontext des Risikomanagements in Supply Chains sowie bei der Aufgabe, entsprechen-

⁸ Vgl. für unterschiedliche Logistikdefinitionen beispielsweise Göpfert (2013), S. 22; Gudehus (2012), S. 1–2; Fleischmann (2008), S. 4; Fortmann/Kallweit (2007), S. 20. Gudehus erläutert zudem die unterschiedliche Verwendung des Begriffes [vgl. Gudehus (2012), S. 35].

⁹ Göpfert (2013), S. 22.

¹⁰ Vgl. Plowman (1964). Es existieren weitere Formen der „R-Regel“, welche etwa vier oder sechs „Rs“ umfassen [vgl. Jünemann (1989), S. 18; Pfohl (1972), S. 28–29].

¹¹ Vgl. Gudehus (2012), S. 164, Pfohl (1972), S. 29.

de Netzwerke zu gestalten.¹² Der Begriff der „robusten Logistik“ wird dabei jedoch weder in der deutsch- noch in der englischsprachigen Literatur verwendet. Daher findet sich auch keine entsprechende Definition. Für den vorliegenden Beitrag soll zunächst das Begriffsverständnis der „Robustheit“ erläutert werden, um es anschließend mit dem bereits vorgestellten Konzept der Logistik zu kombinieren.

Im Kontext der Logistik und von Wertschöpfungssystemen, insbesondere im Zusammenhang mit Unsicherheiten, findet sich „Robustheit“ in drei unterschiedlichen Bereichen. Beim robusten Design von Logistiksystemen handelt es sich um ein Planungsvorgehen mithilfe der robusten Optimierung.¹³ Im zweiten Bereich dient der Begriff „Robustheit“ als Messgröße für die Flexibilität eines Systems.¹⁴ Gegenstand der Betrachtung in diesem Beitrag ist der dritte Bereich, Robustheit als Eigenschaft eines Logistiknetzwerkes.¹⁵ Die entsprechende Literatur bezieht sich dabei i. d. R. auf die Betrachtung von Wertschöpfungssystemen.¹⁶ Ein robustes System ist nach Klibi et al. „[...] able to carry its functions for a variety of plausible future scenarios [...]“¹⁷. Bezogen auf Logistikleistungen bedeutet die beschriebene Fähigkeit somit, die entsprechenden Objektflüsse trotz Unsicherheiten durchführen zu können. Unsicherheiten werden dabei mit plausiblen Szenarien beschrieben, wobei diese operative Unsicherheiten darstellen.¹⁸ Dies sind beispielsweise Schwankungen im Produktionsoutput, der Produktqualität oder der saisonalen Nachfrage.¹⁹

In Kombination mit dem vorgestellten Logistikbegriff ist unter „robuste Logistik“ somit die *Entwicklung, Gestaltung, Lenkung und Realisation effektiver, effizienter und von Unsicherheiten unabhängiger Flüsse von Objekten in unternehmensweiten und unternehmensübergreifenden Wertschöpfungssystemen* zu verstehen. Ein solches Verständnis erweckt zunächst den Eindruck, dass die Logistik um eine weitere Fähigkeit erweitert werden soll, ohne jedoch Veränderungen bei deren Management zu berücksichtigen. Bei einer genaueren Betrachtung des Robustheitsbegriffes ist

¹² Vgl. Najafi et al. (2013); Bozorgi-Amiri (2011); Peng et al. (2011); Wang/He (2009).

¹³ Vgl. beispielsweise Baghalian et al. (2013) oder Pan/Nagi (2010).

¹⁴ Vgl. Kouvelis et al. (1992), S. 288 oder Gupta/Rosenhead (1968), S. B-20–B-21.

¹⁵ Eine Übersicht über Definitionen, die Robustheit als Eigenschaft sehen, geben Vlajic et al. (2012), S. 177.

¹⁶ Vgl. zur Diskussion um die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Supply Chain Management und Logistik beispielsweise Bretzke (2015), S. 72–74 oder Cooper et al. (1997).

¹⁷ Klibi et al. (2010), S. 290. Auch hier werden Störungen als Ereignisse bezeichnet, bei deren Bewältigung eine robuste Supply Chain hilft. Für ein besseres Verständnis der unterschiedlichen Ansätze soll in diesem Abschnitt aber eine klare Abgrenzung erfolgen.

¹⁸ Vgl. Spiegler et al. (2012), S. 6169; Cardeneo (2008), S. 363.

¹⁹ Vgl. zur Differenzierung von operativen und disruptiven Unsicherheiten Sodhi/Tang (2012), S. 18.

jedoch festzustellen, dass dessen Integration im Sinne einer „robusten Logistik“ die mit den „7-R“ beschriebenen Ziele verändert.

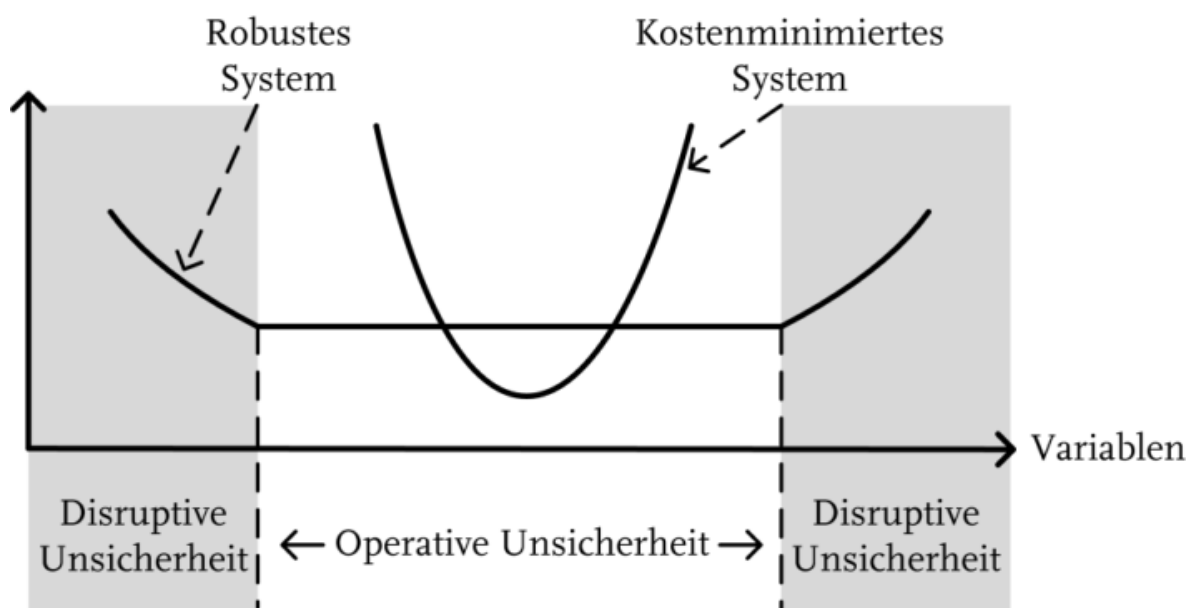


Abbildung 1: Unterschied des optimierenden und robusten Managementansatzes

So stellen etwa Vlajic et al. fest, dass es für die Erfüllung der Kundenbedürfnisse, und somit zur Gestaltung robuster Systeme legitim ist, von einer Optimierung gewisser Ziele abzuweichen.²⁰ Es ist ausreichend, diese Ziele in einem akzeptablen Maß zu erreichen.²¹ Ein solcher Managementansatz steht in einem Widerspruch zur Spezifizierung der „richtigen Kosten“ als den minimalen Kosten. Anstatt das Leistungssystem für eine angenommene, deterministische Situation kostenoptimal zu gestalten, wird eine gute Lösung in möglichst vielen Situationen angestrebt.²² Dabei wird bewusst auf das mögliche Erreichen eines Kostenminimums verzichtet. Abbildung 1 stellt den Zusammenhang zwischen Kosten und den Ausprägungen von Variablen in einem robusten System sowie einem kostenminimalen Logistiknetzwerk dar. Da aufgrund von Unsicherheiten nicht klar ist, welche Ausprägungen die Umwelt annimmt, wird eine Systemkonfiguration gewählt, die sicherstellt, dass die richtige Ware zur richtigen Zeit am richtigen Ort und in der richtigen Menge, mit der richtigen Qualität, dem richtigen Kunden zur Verfügung steht. Die Kosten einer solchen Logistik liegen jedoch höher als in dem für eine Kostenminimierung angenommenen Szenario. Der Vorteil einer robusten Logistik liegt darin, auch bei abweichenden Umweltbedingungen die Nachfrage zu befriedigen bzw. geringere Kosten zu verursachen als ein Leistungsnetzwerk, das nur durch Kompensationsmaß-

²⁰ Vgl. Vlajic et al. (2012), S. 177.

²¹ Vgl. Vlajic et al. (2012), S. 177; Van Landeghem/Vanmaele (2002), S. 773.

²² Vgl. Shukla et al. (2011), S. 625; Gupta/Rosenhead (1968), S. B-20–B-21.

nahmen in der Lage ist, die ersten sechs „Rs“ zu erreichen. Es liegt also ein Trade-off zwischen Kosten und Robustheit vor.²³

2.2 Der Ansatz der „nachhaltigen Logistik“

Als nachhaltig wird Handeln bezeichnet, „[...] that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs [...]“.²⁴ Diese Formulierung des Brundtland-Reports bildet die Grundlage jeder Nachhaltigkeitsdiskussion. Aufgrund der sehr allgemeinen Beschreibung von Nachhaltigkeit existieren eine Vielzahl an unterschiedlichen Stoßrichtungen, Konzepten, Produkten und Ideen, die alle mit dem Begriff „nachhaltig“ beworben werden. Es stellt sich somit die Frage, welche Bedürfnisse im Sinn der Nachhaltigkeit befriedigt werden sollen und mit welchen Ressourcen dies möglich ist. Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die zu betrachtenden Ressourcen nicht nur eine ökonomische, sondern auch eine ökologische und weitergehend auch eine soziale Komponente besitzen. Diese Sichtweise fasst das sogenannte Triple-Bottom-Line-Konzept zusammen.²⁵ Unter einer nachhaltigen Leistung wird demnach ein Produkt oder eine Dienstleistung verstanden, welche die Kundenwünsche erfüllt und dabei eine verbesserte ökologische und soziale Qualität aufweist.²⁶ Es sei jedoch angemerkt, dass das Triple-Bottom-Line-Konzept (Ökologie – Ökonomie – Soziales) den ehemals auf fünf Säulen beruhenden Ansatz der Rio-Konferenz von 1992 (mit den zusätzlichen Dimensionen „kulturell“ und „ethnisch“) signifikant beschneidet.²⁷ Im Kontext der Logistik findet sich mit dem Konzept von Bretzke zudem ein weiterer Ansatz, welcher die soziale Dimension durch Mobilität ersetzt.²⁸

Diese unterschiedlichen in Abbildung 2 aufgeführten Ansätze veranschaulichen den zum Teil noch existierenden Diskurs um das Konzept der Nachhaltigkeit. Dieser Beitrag folgt jedoch dem auch von der Bundesregierung sowie einer Vielzahl an Veröffentlichungen übernommenen Triple-Bottom-Line-Ansatz²⁹ Auf dieser Grundlage kann „nachhaltige Logistik“ als *Entwicklung, Gestaltung, Lenkung und Realisation ökologisch unbedenklicher und sozial verträglicher, effektiver und effizienter Flüsse von Objekten in unternehmensweiten und unternehmensübergreifenden Wertschöpfungssystemen* verstanden werden.

²³ Vgl. Shukla et al. (2011), S. 625; Dong (2006), S. 57.

²⁴ WCED, S. 8.

²⁵ Vgl. Elkington, 1998, S. 69–96.

²⁶ Vgl. Seuring/Müller, 2008, S. 1700.

²⁷ Vgl. Flämig (2015).

²⁸ Vgl. Bretzke (2014), S. 40.

²⁹ Vgl. Nehm et al. (2011), S. 6; DHL (2010), S. 13.

Das Zielsystem der „7-Rs“ ist somit neben der ökonomischen Dimension, welche durch die „richtigen Kosten“ abgebildet wird, um ökologische und soziale Aspekte zu erweitern. Es bedarf daher zwei weiterer „Rs“. Dies sind die „richtigen sozialen Bedingungen“ und die „richtigen ökologischen Bedingungen“.

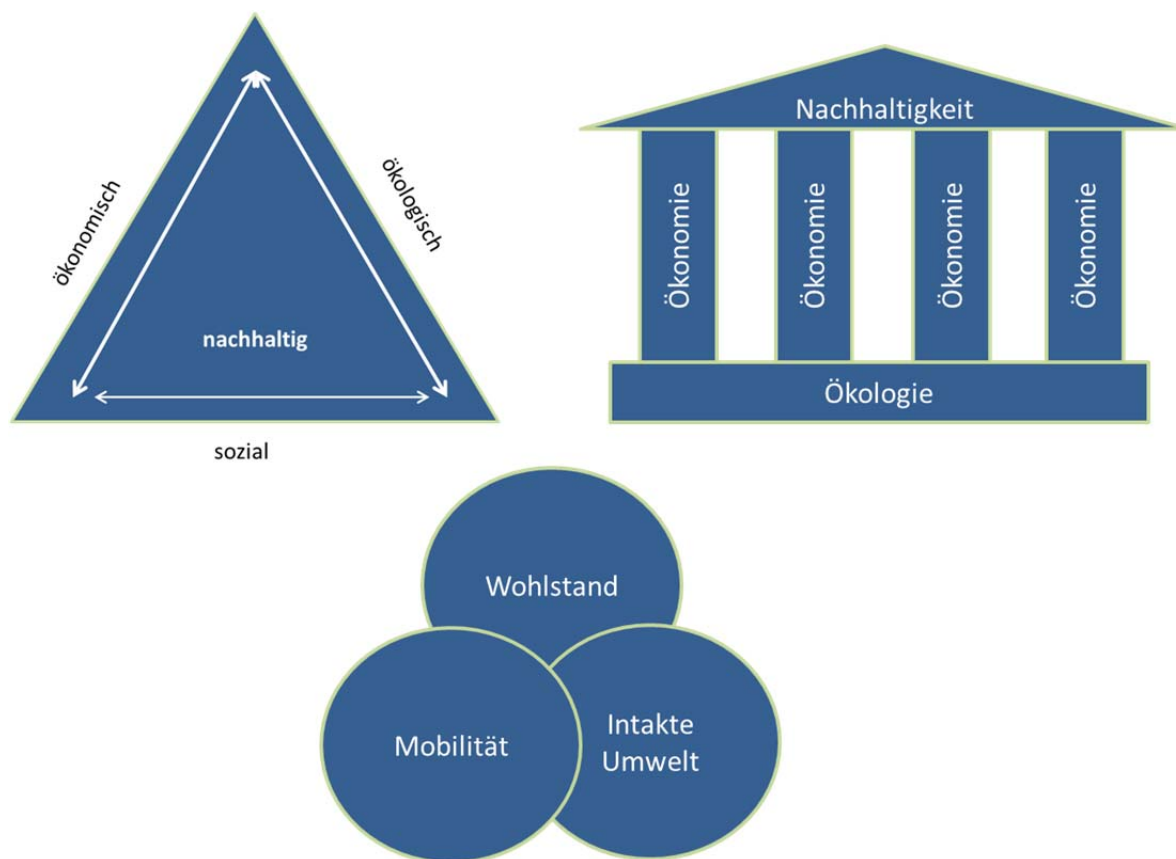


Abbildung 2: Unterschiedliche Konzepte der Nachhaltigkeit³⁰

2.3 Der Ansatz der „grünen Logistik“

Konzepte die mit dem Adjektiv „grün“ bzw. „green“ versehen sind, zielen darauf ab, die besondere Berücksichtigung der Umweltwirkung des jeweiligen Objekts hervorzuheben. Hier können beispielsweise Ansätze der „Green City“, des „Green Marketing“, von „Green Buildings“ oder der „Grünen Politik“ genannt werden.³¹ Ob tatsächlich die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit gestärkt wird, zeigt sich jedoch erst bei einer näheren Betrachtung des jeweiligen Ansatzes. Häufig existiert ein unterschiedliches Begriffsverständnis, was unter der „grünen“ Komponente zu verstehen ist. Dies gilt auch bei der „grünen Logistik“. So wird zum Teil bereits eine effiziente Nutzung von Transportkapazitäten sowie eine optimale Routenplanung der „grünen Logistik“ zugeschrieben.³² Zwar führen solche Maßnahmen

³⁰ Quelle: Eigene Darstellung

³¹ Vgl. Eichholtz/Quigley (2010); Polonsky (2008); Low et al. (2005).

³² Vgl. INVL (2010), S. 12.

zur Reduktion von Transporten und entlasten daher auch die Umwelt, sie stellen aber ein originär ökonomisches Interesse dar und werden auch ohne Berücksichtigung der Umweltwirkung durchgeführt. Zwar schließen sich ökonomische und ökologische Zielsetzungen nicht gegenseitig aus, „Grüne Logistik“ ist jedoch etwas anderes als eine optimierte Logistik. Für diesen Beitrag wird daher das weite Verständnis von Cetinkaya genutzt. „Grüne Logistik“ ist demnach *„die kollaborative und ganzheitliche Transformation und Erweiterung von Logistik-Visionen, -Strategien, -Netzwerkstrukturen, -Prozessen und -Systemen in Unternehmen und Unternehmensnetzwerken zur Sicherung des/r Ressourcennachschubs/regeneration der Supply Chain und zur Schaffung umweltgerechter und ressourceneffizienter Logistikaktivitäten.“*³³

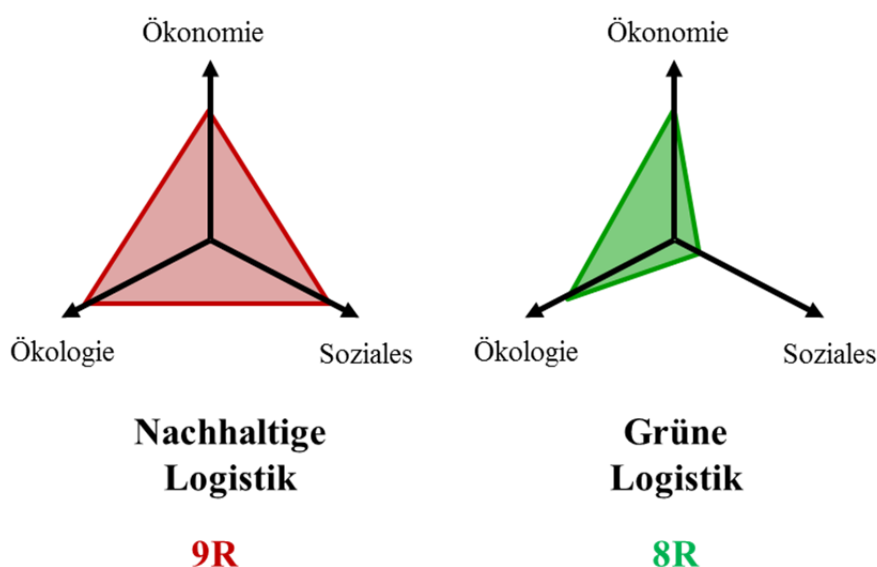


Abbildung 3: Vergleich der „nachhaltigen“ mit der „grünen Logistik“³⁴

Die vorgestellte Definition zeigt, dass es sich bei der „grünen Logistik“ um einen anderen Ansatz als bei der „nachhaltigen Logistik“ handelt.³⁵ Abbildung 2 verdeutlicht dies. Bei der „grünen Logistik“ spielt neben der ökonomischen insbesondere die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit eine zentrale Rolle. Die soziale Dimension wird allerdings nicht betrachtet. Dies ist bei einer „nachhaltigen Logistik“ anders. Hier wird auch diese dritte Dimension betrachtet. Dies zeigt, dass die beiden Konzepte zwar verwandt sind und auch Überschneidungen, sowohl in der Zielsetzung wie auch den Maßnahmen, aufweisen, jedoch nicht identisch sind.³⁶ Daher ist die zum Teil synonyme Verwendung der beiden Begriffe nicht korrekt.³⁷ Bezogen

³³ Cetinkaya (2009).

³⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wiese (2016), S. 34.

³⁵ Vgl. Nehm et al. (2011), S. 8.

³⁶ Vgl. Wiese (2016), S. 33–35; Nehm et al. (2011), S. 8.

³⁷ Vgl. McKinnon (2015), S. 5.

auf die „Rs“ der Logistik lässt sich vielmehr festhalten, dass die „grüne Logistik“ die Zielsetzung der „klassischen“ Logistik um ein „R“, die richtigen ökologischen Bedingungen, erweitert. Somit verfolgt die „grüne Logistik“ „8-Rs“. Auch hier ist der Unterschied zur „nachhaltigen Logistik“ zu erkennen und in Abbildung 2 dargestellt.

2.4 Der Ansatz der „Slow Logistics“

Das Konzept der „Slow Logistics“ findet sich zum jetzigen Zeitpunkt in nur wenigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Den bisher umfassendsten Beitrag leistet hier Wiese.³⁸ Vereinzelt greifen auch Logistikberatungen den Ansatz auf.³⁹ Mit dem englischen „slow“ für „langsam“ wird dabei ein Begriff aus der Entschleunigungsbewegung des 20. Jahrhunderts aufgegriffen.⁴⁰ Diese versucht, mit Ansätzen wie dem „Slow Food“, „Slow City“ oder „Slow Media“ der Schnellebigkeit der Gesellschaft alternative Entwürfe entgegenzusetzen.⁴¹ Im Kontext der Logistik wird mit dem „slow“ die grundsätzliche Idee beschrieben, bestimmte Prozesse in einem logistischen Netzwerk zu verlangsamen.⁴² Die Bedürfnisbefriedigung und termingerechte Belieferung des Endkunden soll dabei jedoch nicht gefährdet werden.⁴³ Vielmehr sollen verfügbare Zeitpuffer ausgenutzt werden, um sowohl ökonomische wie auch ökologische Verbesserungen zu erreichen. Dies geht aus der von Wiese formulierten Definition hervor: *„Slow Logistics bezeichnet die Gesamtheit der Denkprinzipien, Methoden und Verfahrensweisen zur Planung, Durchführung und Kontrolle logistischer Aktivitäten innerhalb einer Supply Chain unter expliziter Ausschöpfung zur Verfügung stehender Zeitpotenziale mit Inkaufnahme einer Verlangsamung der Logistikprozesse bei gleichzeitiger Verbesserung der Kosten- und Ökoeffizienz.“*⁴⁴

Zur Realisierung der „Slow Logistics“ nutzt diese eine Kombination aus sieben etablierten und neueren Ansätzen des Logistikmanagements. Gemäß VIL sind dies:⁴⁵

- Güter- und Sendungsbündelung
- Transportmittelveränderung im Modal Shift

³⁸ Vgl. Wiese (2016).

³⁹ Vgl. VIL (2010).

⁴⁰ Vgl. Wiese (2016), S. 15.

⁴¹ Vgl. Geoff (2008); Pink (2008).

⁴² Vgl. VIL (2010), S. 9.

⁴³ Vgl. Wiese (2016), S. 28.

⁴⁴ Wiese (2016), S. 23.

⁴⁵ Vgl. Wiese (2016), S. 35; VIL (2010), S. 11–13.

- Zusätzliche dezentrale Lagerhaltung
- Produktionspostponement
- Vendor Managed Inventory
- Interne Prozessablaufoptimierung
- Slow Steaming

Das aufgeführte Begriffsverständnis der „Slow Logistics“ legt die Vermutung nahe, dass es sich bei dieser um eine mögliche Umsetzung der „grünen Logistik“ handelt. In beiden Ansätzen findet sich neben der Kostenreduktion auch die Betrachtung der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit. Im Rahmen der „Slow Logistics“ wird dabei explizit von der Ökoeffizienz gesprochen. Ziel ist es demnach, die Umweltwirkung pro Einheit erbrachter Logistikleistung zu reduzieren. Im folgenden Kapitel soll daher untersucht werden, ob die Instrumente, die die „Slow Logistics“ einsetzt, dazu dienen, eine „grüne“ Logistikleistung zu erzeugen. Zudem wird überprüft, wie sich der Einsatz der jeweiligen Instrumente auf die Robustheit des betrachteten Systems und die soziale Dimension der Nachhaltigkeit auswirkt.

3 Differenzen und Schnittmengen der „robusten“, „nachhaltigen“ und „grünen Logistik“ mit der „Slow Logistics“

Der Beitrag der „Slow Logistics“ zu den weiteren Konzepten dieses Beitrags wird anhand der Unterstützung der einzelnen Instrumente der „Slow Logistics“ zur Robustheit sowie zur sozialen und ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit qualitativ untersucht. Grundlage sind die in relevanten Veröffentlichungen verfügbaren Informationen über die Wirkung der Instrumente.⁴⁶ Nach der Evaluation der Beiträge erfolgt am Ende des Kapitels eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

3.1 Güter- und Sendungsbündelung

Durch die Bündelung von Gütern und Sendungen gelingt es, die Auslastung von Transporten zu verbessern und somit deren Anzahl zu reduzieren. Zudem wird angestrebt, den Handlungsaufwand bei der Auftragsbearbeitung zu senken. Dieser Aspekt der Güter- und Sendungsbündelung betrifft besonders die Bereiche Verpackung, Kommissionierung, Be- und Entladung sowie Warenannahme. Sie sind allerdings nur dann möglich, wenn die entsprechenden Zeitpotenziale im Logistikprozess vorhanden sind, die eine Verlangsamung der Objekte erlauben, ohne die termingerechte Verfügbarkeit zu gefährden.

Eine bessere Auslastungsquote bei den verfügbaren Transportkapazitäten führt zu einem geringeren Ressourcenbedarf für die Durchführung derselben Leistung. Diese

⁴⁶ Vgl. für eine ausführlichere Beschreibung der Instrumente der „Slow Logistics“ Wiese (2016), S. 35–40 sowie VIL (2010), S. 11–13.

Reduktion stärkt daher die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit. Eine direkte Auswirkung auf die soziale Dimension lässt sich zunächst nicht erkennen bzw. deren Richtung ist nicht klar. Evtl. führt der geringere Handlungsaufwand zu einer Entlastung des Arbeitsaufwands einzelner Mitarbeiter. Ob dies aber auch zu einer Entschleunigung des Arbeitsalltags führt, ist nicht klar. U. U. erhöht sich dadurch lediglich der Durchsatz, die Belastung der Mitarbeiter bleibt jedoch gleich. Für die Gesamtheit der Beschäftigten kann eine effiziente Güter- und Sendungsbündelung zu einem geringeren Arbeitsbedarf und dadurch zu Entlassungen führen. Diese Zusammenhänge auf der Unternehmensebene sind i. d. R. nur indirekt festzustellen. Auch wenn Bündelungsmaßnahmen nicht zu einer geringeren Beschäftigungszahl führen, lässt sich dennoch keine Stärkung der sozialen Dimension identifizieren. Die Robustheit kann durch die Umsetzung dieses Instruments gestärkt werden. Dies ist dann der Fall, wenn die Bündelung zu höheren Beständen in einem Logistiknetzwerk führt. Diese können dann auch zur Bewältigung von Unsicherheiten und somit zur Steigerung der Robustheit eingesetzt werden.

3.2 Transportmittelveränderung im Modal Shift

Im Rahmen der „Slow Logistics“ stellen Maßnahmen bei der Veränderung im Modal Shift ein Instrument dar, wenn die Verlagerung in Richtung eines langsameren Transportmittels stattfindet, z. B. von LKW auf Binnenschiff oder von Flugzeug auf Eisenbahn.

I. d. R. weist das langsamere Transportmittel eine bessere Ökoeffizienz auf als das Schnellere. Dieser Zusammenhang führt somit zu einer Reduktion der Umweltbelastung pro Einheit der Logistikleistung. Hier unterstützt die „Slow Logistics“ somit eine „grüne Logistik“. Die Verlagerung führt zu einer geringeren Nachfrage nach schnellen Transportleistungen und somit zu einem Beschäftigungsrückgang in diesem Bereich. Der gegenteilige Effekt ist jedoch bei den langsameren Leistungen festzustellen. Neben dieser negativen Korrelation sind Auswirkungen bei der sozialen Dimension nicht direkt festzustellen. Gleiches gilt für die Robustheit. Der Einsatz eines langsameren Transportmittels führt nicht dazu, dass Unsicherheiten geringere Auswirkungen auf das Logistiknetzwerk haben.

3.3 Zusätzliche dezentrale Lagerhaltung

Im Zuge der „Slow Logistics“ wird der Transportprozess auf der letzten Meile in der Nähe der Kunden bzw. Absatzmärkte unterbrochen. Hier wird durch die Einrichtung eines dezentralen Lagers versucht, eine flexible Kundenversorgung mit hoher Lieferzuverlässigkeit zu erreichen. Die zusätzlichen Prozesse sowie die Lagerung verzögern hier die Zustellung. Bei vorhandenen Zeitpuffern wird der gewünschte Liefertermin und somit auch die „richtige Zeit“ weiterhin eingehalten. Ein solches Konzept erlaubt es, Transporte bis zum dezentralen Lagerstandort zu bündeln und dadurch erneut ökoeffiziente Logistikleistungen anzubieten und einen Bei-

trag zu einer „grünen Logistik“ zu leisten. Die kurzen Entfernungen vom dezentralen Lager zum Kunden ermöglichen es zudem, dessen Versorgungssicherheit zu erhöhen. So sinkt die Wahrscheinlichkeit von Unsicherheiten bei räumlich wie zeitlich kurzen Distanzen. Zudem ist eine schnelle Ersatzlieferung aus dem dezentralen Lager möglich. Diese Aspekte stärken die Robustheit eines entsprechenden Logistiknetzwerkes. Auswirkungen auf die soziale Dimension der Nachhaltigkeit lassen sich hingegen erneut nicht erkennen.

3.4 Produktionspostponement

Hinter dem Konzept des Produktionspostponements steht die Idee, flexible und standardisierte Prozesse miteinander zu kombinieren und so auch bei individuellen Leistungen Größendegressionseffekte zu nutzen. Bis zu einem gewissen Punkt der Logistikleistung wird ein Prozess so gestaltet, dass vorhandene Ressourcen maximal ausgenutzt und daraus entstehende ökologische Vorteile generiert werden. Ist dieser Punkt, der Kundenentkopplungspunkt, erreicht, so bedarf es einer kundenindividuellen Anpassung des betrachteten Produkts bzw. der Leistung. Ein standardisiertes Vorgehen ist daher nicht möglich und es werden flexible Lösungen je nach Kundenwunsch eingesetzt. Der Vorteil des Produktionspostponements liegt neben der kosteneffizienten Prozessgestaltung bis zum Kundenentkopplungspunkt darin, dass in diesem Abschnitt der Logistikleistung beispielsweise Transporte gebündelt stattfinden können. Die entsprechende Kapazitätsauslastung reduziert erneut die Umweltbelastung der Leistungserstellung. Durch dieses Vorgehen wird ein ursprünglich flexibles Logistiknetzwerk zum Teil standardisiert, ohne dessen Flexibilität bei der Kundenversorgung zu reduzieren. Diese wird allerdings auch nicht erhöht, weswegen das Produktionspostponement eine „robuste Logistik“ nicht zusätzlich fördert. Positive Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen oder die Beschäftigungsquote lassen sich nicht erkennen. Daher findet keine Stärkung der sozialen Dimension statt.

3.5 Vendor Managed Inventory

Das Konzept eines Vendor Managed Inventory (VMI) findet ebenfalls Verwendung in der „Slow Logistics“. Bei dieser Form des Bestandsmanagements übernimmt der Lieferant die Verantwortung für die Nachschubversorgung seines Kunden. Der Bestand im Kundenlager muss sich dabei i. d. R. innerhalb eines bestimmten Korridors befinden. Dieses Vorgehen erlaubt eine Push-orientierte Mengen- und Transportplanung und somit erneut die Ausnutzung vorhandener Transportkapazitäten und eine Routenoptimierung. Es lassen sich daher ähnliche Effekte auf die Nachhaltigkeit und Robustheit identifizieren, wie bei der Einführung zusätzlicher dezentraler Lager. Beim VMI findet die Lagerhaltung allerdings direkt beim Kunden statt. Somit führt dieses Konzept zu einer Stärkung der ökologischen Nachhaltigkeitsdimension sowie der „robusten Logistik“. Wie bei den vorangegangenen Instrumenten ist

eine direkte Auswirkung auf den sozialen Aspekt der Nachhaltigkeit nicht zu erkennen.

3.6 Interne Prozessablaufoptimierung

In der „Slow Logistics“ wird mit der internen Prozessablaufoptimierung die Nutzung von Zeitpotenzialen aus der Verlangsamung der externen Prozesse bzw. der Verlängerung von Vorlaufzeiten bezeichnet. Durch diese Veränderung der Rahmenbedingungen ist es möglich, die internen Pläne, z. B. im Rahmen der Produktionsprogrammplanung, neu zu gestalten. Dadurch ergeben sich größere Lose und Größendegressionseffekte werden realisiert. Verfügbare Zeitpuffer können auch genutzt werden, um die internen besser auf die externen Prozesse abzustimmen und somit insgesamt ein verbessertes Logistiknetzwerk zu gestalten. Kommen in diesem Zusammenhang auch Maßnahmen der Sendungsbündelung bei internen Abläufen zum Einsatz, so ist davon auszugehen, dass sich hieraus ein geringerer Ressourceneinsatz und somit eine geringere Umweltbelastung ergibt. Dies ist alleine durch die Prozessablaufoptimierung jedoch nicht sichergestellt. Eine direkte Stärkung der ökologischen Dimension ist daher nicht zu erkennen. Das VIL führt jedoch das „de-stressing“⁴⁷ für die Mitarbeiter als explizierten Vorteil dieses Instruments der „Slow Logistics“ auf. Somit wird die soziale Dimension der Nachhaltigkeit gestärkt. Ob dies auch für die Robustheit gilt, lässt sich nicht sagen. Eine Optimierung, die sich – wie auch bei diesem Instrument – am Kostenziel orientiert, führt i. d. R. zu Prozessen ohne Puffer. Diese sind somit anfällig gegenüber Unsicherheiten und unterstützen die Robustheit eines Systems nicht.

3.7 Slow Steaming

Als letztes Instrument der „Slow Logistics“ zählen Wiese und die VIL das „Slow Steaming“ auf. Dieses aus der Containerschiffahrt stammende Instrument proklamiert die Reduktion der Transportgeschwindigkeit zur Reduktion des Treibstoffverbrauchs. Neben der Hochseeschiffahrt wird das Slow Steaming im LKW-Transport eingesetzt.⁴⁸ Durch die Anwendung verringern sich sowohl beim See- wie auch beim Straßentransport die Geschwindigkeiten der Transportmittel. Aus ökonomischer Perspektive wird die längere Transportzeit jedoch durch die Treibstoffersparnis überkompensiert. Ein reduzierter Treibstoffverbrauch sorgt zudem für eine verbesserte Ökoeffizienz und somit zu einem Beitrag zur „grünen Logistik“. Auch die Robustheit lässt sich durch das Slow Steaming stärken. Treten Unsicherheiten auf, so ist es möglich, diese durch einmalige bzw. kurzfristig erhöhte Geschwindigkeiten zu kompensieren. Aus sozialer Perspektive lässt sich hier ebenfalls ein positiver Beitrag erkennen. Reduzierte Geschwindigkeiten verringern die Konzentrationsleis-

⁴⁷ Vgl. VIL (2010), S. 13.

⁴⁸ Vgl. zum Slow Steaming bei Containerschiffen Jorgensen (2017).

tung und reduzieren den Stress für die Fahrzeugführer. Insbesondere beim LKW-Transport kann es gelingen, die Arbeitsbedingungen für die Fernkraftfahrer zu verbessern.

3.8 Abschließende Einordnung der „Slow Logistics“

Zur abschließenden Einordnung, ob der Ansatz der „Slow Logistics“ die Robustheit sowie die ökologische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit stärkt, sind in Tabelle 1 die in den Abschnitten 3.1 bis 3.7 erläuterten Punkte zusammengefasst. Ein „+“ zeigt dabei an, dass das betrachtete Instrument die entsprechende Eigenschaft eines Logistiknetzwerkes stärkt. Eine „0“ deutet an, dass ein positiver Einfluss nicht zu erkennen ist.

Instrument	Robustheit	Soziale Dimension	Ökologische Dimension
Güter- und Sendungsbündelung	+	0	+
Transportmittelveränderung im Modal Shift	0	0	+
Zusätzliche dezentrale Lagerhaltung	+	0	+
Produktionspostponement	0	0	+
Vendor Managed Inventory	+	0	+
Interne Prozessablaufoptimierung	0	+	0
Slow Steaming	+	+	+

Tabelle 1: Zusammenfassung der Wirkung der Instrumente

Insgesamt kann somit festgestellt werden, dass die im Rahmen der „Slow Logistics“ eingesetzten Instrumente, mit Ausnahme der internen Prozessablaufoptimierung, alle zur Stärkung der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit beitragen. Es ist zwar nicht sicher, dass die „richtigen ökologischen Bedingungen“ erreicht werden, es lässt sich aber dennoch festhalten, dass die „Slow Logistics“ viele Aspekte der „grünen Logistik“ beinhaltet und mit dieser eine große Schnittmenge aufweist. Wiese kommt trotz des Einsatzes eines abweichenden Nachhaltigkeitsverständnisses zur

gleichen Erkenntnis.⁴⁹ Drei der sieben betrachteten Instrumente stärken zudem die Robustheit eines Logistiknetzwerkes. Bezogen auf die soziale Dimension lassen sich zwei Maßnahmen finden. Daher ist es nicht möglich, der „Slow Logistics“ auch die Erreichung der „richtigen sozialen Bedingungen“ zuzuschreiben. Sie ist somit nicht nachhaltig im Sinne der „Tripple-Bottom-Line“. Mit dem Slow Steaming findet sich allerdings ein Instrument, das sowohl die ökologische wie auch die soziale Dimension stärkt und somit die „9R“ der „nachhaltigen Logistik“ unterstützt. Zudem wird auch die Robustheit verbessert.

4 Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag betrachtet das Konzept der „Slow Logistics“ und analysiert, ob es durch diesen Ansatz möglich ist, Herausforderungen, denen Logistiknetzwerke gegenüberstehen, zu bewältigen. Der Fokus liegt dabei auf dem Umgang mit zunehmenden Unsicherheiten sowie den wachsenden ökologischen und sozialen Anforderungen im Rahmen der Nachhaltigkeit.

Im Zuge der Untersuchung werden daher die Ideen hinter den Begriffen „robuste Logistik“, „nachhaltige Logistik“, „grüne Logistik“ und „Slow Logistics“ erläutert. Dies umfasst auch die Aufführung der sieben im Rahmen der „Slow Logistics“ eingesetzten Instrumente. Zur Abgrenzung der Konzepte dient die Zielbeschreibung mithilfe der „Rs“ der Logistik. Nach der Konzeptvorstellung erfolgt eine Analyse der „Slow Logistics“-Instrumente und deren Beitrag zu Robustheit und Nachhaltigkeit.

Ergebnis der Untersuchung ist, dass es möglich ist, mit der „Slow Logistics“ eine „grüne Logistik“ zu realisieren. Zudem kann das Slow Steaming als Instrument einer „nachhaltigen Logistik“ identifiziert werden.

5 Literaturverzeichnis

- Baghalian, A.; Rezapour, S.; Farahani, R. Z. (2013): „Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case“. In: *European Journal of Operational Research*, 227, 1, S. 199–215.
- Bozorgi-Amiri, A.; Jabalameli, M. S.; Al-e-Hashem, S. M. J. M. (2011): „A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty“. In: *OR Spectrum*, 35, 4, S. 905–933.
- Bretzke, W.-R. (2014): „Nachhaltige Logistik – Zukunftsfähige Netzwerk- und Prozessmodelle“. Berlin u. a.
- Bretzke, W.-R. (2015): „Logistische Netzwerke“. Berlin u. a.

⁴⁹ Vgl. Wiese (2016), S. 33–35.

- Cardeneo, A. (2008): „Planning of transportation networks with bounded flexibility and a robust contingency plan. In: Pfohl, H.-C./Wimmer, T. (Hrsg): „Wirtschaft und Praxis im Dialog – Robuste und sichere Logistiksysteme“. Bobingen, S. 362–376.
- Cetinkaya, B. T. (2009): „Definition „Grüne“ Logistik/Geen Logistics/ökologisch nachhaltige Logistik“. Online verfügbar unter <http://vertrauen-transparenz-traceability.blogspot.de/2009/04/definition-grune-logistik.html>, Stand: 19.12.2017.
- Cooper, M. C.; Lambert, D. M.; Pagh, J. D. (1997): „Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics“. In: *The International Journal of Logistics Management*, 8, 1, S. 1–14.
- DHL (2010): „Delivering Tomorrow – Zukunftstrend Nachhaltige Logistik“. Bonn.
- Die Bundesregierung (2017): „Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Neuauflage 2016“. Frankfurt a. M.
- Dong, M. (2006): „Development of supply chain network robustness index“. In: *International Journal of Services Operations and Informatics*, 1, 1–2, S. 54–66.
- Eichholtz, N. K.; Quigley, J. M. (2010): „Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings“. In: *The American Economic Review*, 100, 5, S. 2492–2509.
- Elkington, J. (1998): „Cannibals with Forks: The triple Bottom Line of the 21st Century“. Stoney Creek, CT.
- Fleischmann, B. (2008): „Grundlagen: Begriff der Logistik, logistische Systeme und Prozesse. Begriffliche Grundlagen“. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): „Handbuch Logistik“. Berlin, S. 3–12.
- Flämig, H. (2015): „Logistik und Nachhaltigkeit“. In: Heidbrink, L.; Meyer, N.; Reidel, J.; Schmidt, I. (Hrsg.): „Corporate Social Responsibility in der Logistikbranche“. Berlin, S. 25–44.
- Frankfurter Allgemeine (2016): „Audi unterbricht Produktion nach Unwetter“. Online verfügbar unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/audi-werk-steht-nach-unwettern-unter-wasser-14259743.html>, Stand: 06.07.2017.
- Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007): „Logistik“, Stuttgart.
- Geoff, A. (2008): „The Slow Food Story: Politics and Pleasure“. London.
- Göpfert, I. (2013): „Logistik – Führungskonzeption und Management von Supply Chains“. München.
- Gupta, S. K.; Rosenhead, J. (1968): „Robustness in Sequential Investment Decisions“. In: *Management Science*, 15, 2, S. B-18–B-29.

- Gudehus, T. (2012): „Logistik 1 – Grundlagen, Verfahren und Strategien“. Berlin u. a.
- Jorgensen, R. (2017): „Slow Steaming –The full story“. Copenhagen, Online verfügbar unter <https://www.yumpu.com/en/document/view/7803715/slow-steaming-the-full-story-maersk>; Stand 22.12.2017.
- Jünemann, R. (1989): „Materialfluß und Logistik – Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen“. Berlin.
- Klibi, W.; Martel, A.; Guitouni, A. (2010): „The design of robust value-creating supply chain networks: A critical review“. In: *European Journal of Operational Research*, 203, 2, S. 283–293.
- Kouvelis, P.; Kurawarwala, A. A.; Gutiérrez, G. J. (1992): „Algorithms for robust single and multiple period layout planning for manufacturing systems“. In: *European Journal of Operational Research*, 63, 2, S. 287–303.
- Low, N.; Gleeson, B.; Green, R.; Radovic, D. (2005): „The Green City - Sustainable homes, sustainable suburbs“. Milton Park.
- Manuj, I.; Mentzer, J. T. (2008): „Global Supply Chain Risk Management“. In: *Journal of Business Logistics*, 29, 1, S. 133–155.
- McKinnon, A. (2015): „Environmental sustainability: A new priority for logistics managers“. In: McKinnon, A.; Browne, M.; Piecyk, M.; Whiteing, A. (Hrsg.): „Green Logistics – Improving the environmental sustainability of logistics“. London u. a.
- Najafi, M.; Eshghi, K.; Dullaert, W. (2013): „A multi-objective robust optimization model for logistics planning in the earthquake response phase“. In: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 49, 1, S. 217–249.
- Nehm, A.; Schwemmer, M.; Kübler, A. (2011): „Nachhaltigkeitsindex für Logistikdienstleister – Orientierungshilfe in einem intransparenten Markt“. Nürnberg.
- Neidhart, C. (2016): „Produktionsstopp in Japan“. In: *Süddeutsche Zeitung*, Online Verfügbar unter <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/erdbeben-produktionsstopp-in-japan-1.2954529>, Stand: 06.07.2017.
- Pan, F.; Nagi, R. (2010): „Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing“. In: *Computers & Operations Research*, 37, 4, S. 668–683.
- Peng, P.; Snyder, L. V.; Lim, A.; Liu, Z. (2011): „Reliable logistics networks design with facility disruptions“. In: *Transportation Research Part B: Methodological*, 45, 8, S. 1190–1211.
- Pfohl, H. C. (1972): „Marketing-Logistik – Gestaltung, Steuerung und Kontrolle des Warenflusses im modernen Markt“. Mainz.

- Pink, S. (2008): „Sense and sustainability: The case of the Slow City movement“. In: *The International Journal of Justice and Sustainability*, 13, 2, S. 95–106.
- Plowman, E. G. (1964): „Lectures on elements of business logistics“. Stanford.
- Polonsky, M. J. (2008): „An Introduction to Green Marketing“. In: Gupta, K. R.; Jankowska, M. A.; Maiti, P. (Hrsg.): „Global Environment – Problems and Policies“. New Delhi.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008): „From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management“. In: *Journal of Cleaner Production*, 16, 15, S. 1699–1710.
- Sodhi, M. S./ Tang, C. S. (2012): „Managing Supply Chain Risk“. New York u. a.
- Shukla, A.; Lalit, V. A.; Venkatasubramanian, V. (2011): „Optimizing efficiency-robustness trade-off in supply chain design under uncertainty due to disruptions“. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41, 6, S. 623–646.
- Simangunsong, E.; Handry, L. C.; Stevenson, M. (2012): „Supply-chain uncertainty: a review and theoretical foundation for future research“. In: *International Journal of Production Research*, 50, 16, 4493–4523.
- Spiegel Online (2010): „Vulkanasche zwingt BMW zum Produktionsstopp“. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/fehlende-teile-vulkanasche-zwingt-bmw-zum-produktionsstopp-a-690138.html>, Stand: 06.07.2017.
- Spiegler, V. L. M.; Naim, M. M.; Wikner, J. (2012): „A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience“. In: *International Journal of Production Research*, 50, 21, S. 6162–6187.
- Süddeutsche Zeitung (2010): „Große Asche-Pause“. Online verfügbar unter <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/bmw-produktionsstopp-grosse-asche-pause-1.933881>, Stand: 06.07.2017.
- Van Landeghem, H.; Vanmaele, H. (2002): „Robust planning: a new paradigm for demand chain planning“. In: *Journal of Operations Management*, 20, 6, S. 769–783.
- VIL (2010): „Slow Logistics – Concept and Practical Examples“. Antwerpen.
- Vlajic, J. V.; van der Vorst, J. G. A. J.; Haijema, R. (2012): „A framework for designing robust food supply chains“. In: *International Journal of Production Economics*, 137, 1, S. 176–189.
- Wang, B.; He, S. (2009): „Robust Optimization Model and Algorithm for Logistics Center Location and Allocation under Uncertain Environment“. In: *Journal of*

Transportation Systems Engineering and Information Technology, 9, 2, S. 69–74.

WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): „Our common future“. Oxford.

Welt (2010): „Flugverbote treffen Autoindustrie mit voller Wucht“. Online verfügbar unter <https://www.welt.de/wirtschaft/article7258797/Flugverbote-treffen-Autoindustrie-mit-voller-Wucht.html>, Stand: 06.07.2016.

Wiese. J. (2016): „Slow Logistics – Eine simulationsgestützte Analyse der ökonomischen und ökologischen Potentiale der Sendungsbündelung“. Bamberg.

Soziale Nachhaltigkeit in Supply Chains – eine empirische Analyse

Yasemin Günenc

y.guenenc@t-online.de

1	Einleitung	60
2	Soziale Nachhaltigkeit in Supply Chains	60
3	Soziale Verantwortung entlang der Supply Chain	62
4	Empirische Analyse der sozialen Nachhaltigkeit in Supply Chains	66
5	Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	75
6	Fazit	83
7	Anhang	84
8	Literaturverzeichnis	92

Abstract:

Die Herausforderungen der Nachhaltigkeit bestehen darin, eine Lebensweise zu schaffen, die natürliche Ressourcen nur in dem Maße beansprucht, wie sie sich regenerieren sowie darin, für alle Menschen einen gleichberechtigten Zugang zu diesen Ressourcen sicherzustellen. Durch aktuelle Ereignisse stehen Unternehmen unter großem Druck, soziale Nachhaltigkeit in der gesamten Lieferkette zu berücksichtigen. Der vorliegende Beitrag liefert eine fundierte, empirische Analyse des tatsächlichen Stellenwerts der sozialen Nachhaltigkeit in Unternehmen und ihrer Supply Chain. Für die Auswertung wurden empirische Daten aus der Thomas Reuters Datenbank mit einer Datenbasis von elf Jahren und 51 Staaten herangezogen. Es werden Stärken und Schwächen der aktuellen Nachhaltigkeitspolitik von Unternehmen der Automobil- und Textilindustrie aufgezeigt.

JEL Classification: J28, J81, Q01

Keywords: Soziale Nachhaltigkeit; Nachhaltige Supply Chains; Soziale Verantwortung

1 Einleitung

In den letzten Jahren haben viele Fälle deutlich gemacht, dass Unternehmen, die Endverbraucher versorgen, für ökologische Verstöße oder unwürdige Arbeitsbedingungen bei ihren Lieferanten verantwortlich gemacht werden. Zwar haben einige Unternehmen ihre Verantwortung gegenüber der Gesellschaft und anderen Stakeholdern bereits erkannt, die Determinierung und Implementierung gezielter Maßnahmen zur Forcierung sozialer Nachhaltigkeit bei allen Akteuren entlang der vorgelagerten Supply Chain scheint im Alltag internationaler Unternehmen allerdings noch nicht vollständig angekommen zu sein. Im vorliegenden Beitrag wird daher der tatsächliche Stellenwert sozialer Nachhaltigkeit in Unternehmen und ihrer Supply Chains empirisch analysiert.

2 Soziale Nachhaltigkeit in Supply Chains

Für den Begriff der Nachhaltigkeit ist die Definition der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung weltweit anerkannt. Nachhaltigkeit wird als „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der jetzigen Generation zufriedenstellt, ohne dabei die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen“ definiert.¹ Auf dieser Basis entwickelt Elkington (1998) das sogenannte Drei-Säulen-Modell, welches Nachhaltigkeit als einen Einklang der ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen operationalisiert.² Der vorliegende Beitrag fokussiert die soziale Ebene der Nachhaltigkeit.

Wie in vielen Bereichen kann auch der Begriff der sozialen Nachhaltigkeit nicht durch eine einzelne allgemeingültige Definition charakterisiert werden.³ Ahmend, McQuaid (2005) halten daher grundlegend fest, dass soziale Nachhaltigkeit in Unternehmen das Management sozialer Ressourcen, einschließlich dem Wissen und der Fertigkeiten der Mitarbeiter, Institutionen, Beziehungen und sozialer Werte umfasst.⁴ Eine spezifische und strukturierte Darstellung entwickeln Labuschagne, Brent, Van Erck (2004) mithilfe eines detaillierten Bezugsrahmens, der die verschiedensten in der Literatur identifizierten Aspekte sozialer Nachhaltigkeit integriert.⁵ Dies geschieht, indem alle Prinzipien sozialer Nachhaltigkeit in die vier Bereiche „Internal Human Resources“, „External Populations“, „Stakeholder Participation“ und „Macro Social Performance Issues“ kategorisiert werden. Auf diese Weise finden einerseits interne Kriterien, wie die soziale Verantwortung eines Un-

¹ Vgl. World Commission on Environment and Development, 1987, S. 16.

² Vgl. Elkington, J., 1998, S. 37, zitiert nach Seuring, S.; Müller, M., 2008, S. 1700.

³ Vgl. Ashby, A., Leat, M., Hudson-Smith, M., 2012, S. 506.

⁴ Vgl. Ahmed, A., McQuaid, R. W., 2005, S. 20, zitiert nach Sarkis, J., Helms, M. M., Hervani, A. A., 2010, S. 341.

⁵ Vgl. Labuschagne, C., Brent, A. C., Van Erck, R. P. G., 2004, S. 8f, zitiert nach Sarkis, J., Helms, M. M., Hervani, A. A., 2010, S. 339.

ternehmens gegenüber seiner Belegschaft in Form von Arbeitsbedingungen oder Gesundheit und Sicherheit Beachtung, andererseits werden externe Faktoren, die sich durch den Einfluss unternehmerischer Tätigkeiten auf die Gesellschaft und das regionale ökonomische System ausdrücken, genauso miteinbezogen. Der letzte Baustein sozialer Nachhaltigkeit wird durch ein ethisches und sozial verantwortungsvolles Verhalten eines Unternehmens gegenüber seinen Stakeholdern charakterisiert.⁶ Bansal (2009) betont wiederum, dass – neben diesem sehr breiten Spektrum sozial nachhaltiger Aspekte – ganz fundamentale Voraussetzungen, wie etwa die soziale Gleichheit, die schon von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung in den Fokus gerückt wurde, nicht vernachlässigt werden dürfen. So muss sichergestellt werden, dass alle Mitglieder einer Gesellschaft einen gleichberechtigten Zugang zu Ressourcen haben und Chancengleichheit gewährleistet ist.⁷

Da in diesem Beitrag Supply Chains bzw. Supply Chain Management im Kontext der sozialen Nachhaltigkeit zu analysieren sind, werden nicht einzelne Unternehmen, sondern auch deren vorgelagerte Versorgungsketten untersucht (d. h. neben den direkten First-Tier-Lieferanten werden, soweit möglich, auch die vorrangigeren Ebenen bis hin zu Rohmateriallieferanten betrachtet). Doch wann kann Supply Chain Management oder eine Supply Chain als sozial nachhaltig bezeichnet werden? Vor dem Hintergrund des bereits angesprochenen Drei-Säulen-Modells definieren Seuring, Müller (2008) nachhaltiges Supply Chain Management einerseits als das Management von Materialien, Informationen und Kapitalströmen und andererseits als Kooperation mit Partnern auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette. Bei der Strategiedefinition und Zielsetzung ist dabei ausschlaggebend, dass sowohl ökonomische als auch ökologische und soziale Ziele – unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Ansprüchen der Stakeholder – abgeleitet werden.⁸ Währenddessen konstatieren Ashby, Leat, Hudson-Smith (2012), dass es im traditionellen SCM fast ausschließlich darum geht, in Verhandlungen mit Lieferanten die niedrigsten Einkaufspreise zu erzielen.⁹ Beske, Seuring (2014) stellen außerdem fest, dass bei der Einhaltung sozialer Standards und Zertifizierungen von Lieferanten neben den herkömmlichen Kriterien auch solche, die die soziale Nachhaltigkeit abbilden, berücksichtigt werden. Das gesamte unternehmerische Handeln wird somit am Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit ausgerichtet.¹⁰

⁶ Vgl. Labuschagne, C., Brent, A. C., Van Erck, R. P. G., 2004, S. 7–10.

⁷ Vgl. Bansal, P., 2005, S. 198.

⁸ Vgl. Seuring, S., Müller, M., 2008, S. 1700.

⁹ Vgl. Ashby, A., Leat, M., Hudson-Smith, M., 2012, S. 502.

¹⁰ Vgl. Beske, P., Seuring, S., 2014, S. 328.

3 Soziale Verantwortung entlang der Supply Chain

Mit der Anerkennung ihrer Verantwortung für humane Arbeitsbedingungen an den Standorten ihrer Lieferanten in den 1990ern, begannen die ersten internationalen Unternehmen mit der Entwicklung von sogenannten Codes of Conduct.¹¹ ¹²Solche Verhaltensregeln wurden als eine sehr zuverlässige Maßnahme für die Operationalisierung dieser sozialen Verantwortung anerkannt.¹³ Demzufolge steigt die Anzahl der Organisationen, die Codes of Conduct implementieren, seit dem Ende des letzten Jahrhunderts kontinuierlich an.¹⁴ Selbstverständlich ist es für Unternehmen praktisch unmöglich sicherzustellen, dass alle Lieferanten und Sub-Lieferanten entlang der gesamten vorgelagerten Wertschöpfungskette gemäß sozial nachhaltigen Grundsätzen operieren.¹⁵ Gleichzeitig behaupten Kritiker, dass Codes of Conduct fast vollständig gesetzliche Regelungen ersetzen und keineswegs zur Verbesserung von Arbeitsbedingungen oder Rechten der Arbeitnehmer entwickelt wurden. Folgt man dieser Argumentationslogik, besteht der einzige Wert von Codes of Conduct darin, die gesetzliche Haftpflicht internationaler Konzerne zu begrenzen und, durch den Reputationsgewinn, künftige Marktanteile und höhere Umsätze sicherzustellen.¹⁶ Um solche Annahmen kritisch zu hinterfragen, beschäftigt sich dieses Kapitel mit der Bedeutung, den Inhalten und den Zielen von Codes of Conduct für Unternehmen entlang der verschiedenen Stufen einer Wertschöpfungskette und vor dem Hintergrund sozialer Nachhaltigkeit.

Codes of Conduct definieren bestimmte Richtlinien und Verhaltensweisen für unternehmerisches Handeln in den verschiedensten Bereichen der Nachhaltigkeit.¹⁷ Auf diese Weise bieten sie Unternehmen die Gelegenheit, ihre Ansprüche und Werte in detaillierte Handlungsanweisungen zu übertragen und eine ethische Unternehmenskultur zu etablieren.¹⁸ Grundsätzlich handelt es sich dabei um eine freiwillige Verpflichtung mit der Absicht, soziale Nachhaltigkeit über nationale Gesetze und Regulierungen hinaus in die Unternehmensprozesse zu integrieren. Tatsächlich ist dies, vor allem in Entwicklungsländern, meist nicht der Fall, da es einigen Unter-

¹¹ In die deutsche Sprache übersetzt bedeutet „Code of Conduct“ so viel wie Verhaltenskodizes oder Verhaltensnorm. Da der Begriff allerdings auch in gängigen deutschen Fachartikeln für sich selbst stehend verwendet wird, wird in dieser Arbeit von einer konsequenten Übersetzung abgesehen.

¹² Vgl. Egels-Zandén, N., 2007, S. 45.

¹³ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 260.

¹⁴ Vgl. Somers, M. J., 2001, S. 187.

¹⁵ Vgl. Mont, O., Kogg, B., Leire, C., 2010, S. 7.

¹⁶ Vgl. Bartley, T., 2005, S. 236.

¹⁷ Vgl. Mamic, I., 2005, S. 81.

¹⁸ Vgl. Erwin, P. M., 2011, S. 535 sowie Miemczyk, J., Johnsen, T. E., Macquet, M., 2012, S. 487, zitiert nach Beske, P., Seuring, S., 2014, S. 327.

nehmen nicht einmal gelingt, bestehende gesetzliche Regelungen einzuhalten.¹⁹ Dennoch werden die Inhalte von Codes of Conduct oft von lokaler Gesetzgebung und internationalen Standards abgeleitet, um einen Beitrag zur positiven Wahrnehmung des Unternehmens in der Öffentlichkeit zu leisten. Einige Autoren kritisieren daher, dass diese Verhaltenskodizes oft primär zur Verbesserung des Unternehmens-Images in der Öffentlichkeit etabliert werden und daher falsche Anreize hinter der Implementierung stehen.²⁰ Der Geltungsbereich von Codes of Conduct entlang der Supply Chain stellt dennoch einen Kritikpunkt dar. Zwar sind sich viele Unternehmen darüber bewusst, dass die alleinige Verbindlichkeit für direkte Lieferanten nicht ausreicht, dennoch weisen Kolk, Van Tulder (2002) in ihrer Fallstudie nach, dass keines der sechs untersuchten Unternehmen konkrete Maßnahmen zur Erweiterung der Gültigkeit ihrer Richtlinien auf die gesamte vorgelagerte Wertschöpfungskette ergreift.²¹ Viel mehr weisen sie dafür die Verantwortung von sich, indem sie die Aufgabe an ihre direkten Lieferanten delegieren, denen häufig aber die nötige Verhandlungsmacht oder Ressourcen für die Überwachung der Einhaltung der Codes of Conduct durch ihre Zulieferer fehlen.²² Oft sind es aber die untersten Stufen einer Supply Chain, also meist Rohmateriallieferanten, in welchen die Arbeiter am stärksten ausgebeutet werden und die Wirkung der Verhaltenskodizes nicht spürbar ist.²³

In der Regel bestehen die Kodizes inhaltlich sowohl aus offenen Richtlinien bezüglich des gewünschten Verhaltens, als auch aus verpflichtenden Vorschriften, die bestimmte Verhaltensweisen verbieten.²⁴ Vorgaben in Codes of Conduct verfolgen unter anderem das Ziel, die Mitarbeiter eines Unternehmens zur Berücksichtigung sozial nachhaltiger Prinzipien anzuleiten und somit auch sicherzustellen, dass alle rechtlichen Rahmenbedingungen eingehalten werden.²⁵ Darüber hinaus stellen mittlerweile viele Unternehmen diese Ansprüche auch an alle anderen Unternehmen entlang ihrer Wertschöpfungskette.²⁶ So finden sich etwa sichere und hygienische Arbeitsbedingungen, der Verzicht auf Kinderarbeit und eine übermäßige Anzahl von Überstunden, sowie die Zahlung von existenzsichernden Mindestlöhnen, als feste Bestandteile in Codes of Conduct wieder.^{27,28} Weitere Vorgaben hinsichtlich

¹⁹ Vgl. Lund-Thomsen, P., 2008, S. 1009 sowie Welford, R., Frost, S., 2006, S. 170.

²⁰ Vgl. Andersen, M., Skjoett-Larsen, T., 2009, S. 78.

²¹ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 268.

²² Vgl. Lerberg Jorgensen, A., Steen Knudsen, J., 2006, S. 452.

²³ Vgl. Welford, R., Frost, S., 2006, S. 170.

²⁴ Vgl. Nijhof, A. et al., 2003, S. 66.

²⁵ Vgl. Erwin, P. M., 2011, S. 536.

²⁶ Vgl. Jiang, B., 2009a, S. 267 sowie Awaysheh, A., Klassen, R. D., 2010, S. 1249.

²⁷ Vgl. Jiang, B., 2009b, S. 77.

sozial nachhaltigen Verhaltens schließen außerdem kritische Aspekte, wie das Verbot von Zwangsarbeit, vorgegebene Gesundheits- und Sicherheitsstandards oder das Recht auf freie Bildung von Interessenverbänden oder Betriebsräten, ein.²⁹ Diese Inhalte werden in zahlreichen empirischen Studien bestätigt, wobei auffällt, dass Unternehmen bei der Determinierung der Inhalte ihrer Verhaltenskodizes relativ unterschiedlich agieren. Eine durch die *International Labour Organization* durchgeführte Analyse der im Bereich der Arbeitsbedingungen enthaltenen Standards in Codes of Conduct zeigt etwa, dass Diskriminierungen am Arbeitsplatz, gefolgt von Maßnahmen gegen Kinderarbeit und die Höhe der Löhne am häufigsten aufgegriffen werden. Wenig Berücksichtigung findet geschlechtsbedingte Diskriminierung.³⁰ Der Umgang mit sexueller Belästigung von Frauen wird laut Pearson, Seyfang (2001) nur in einem Drittel der Kodizes abgedeckt.³¹ Dabei besteht vor allem in einigen asiatischen Ländern, in welchen die Ungleichheit der Geschlechter tief in der Kultur verwurzelt ist, dringender Handlungsbedarf.³² Die Segmentierung von Frauen in unsicherere oder geringer bezahlte Tätigkeiten kennzeichnet wiederum eine sehr aktuelle globale Problematik, weshalb die Inhalte von Codes of Conduct auf diesem Gebiet noch erheblich erweitert werden müssen.³³

Genau wie Inhalte und Umfang von Verhaltenskodizes, variieren neben den Methoden, mit denen sie durchgesetzt werden, auch die Auswirkungen und Sanktionen für Lieferanten bei Nicht-Einhaltung.³⁴ Sobald Lieferanten einen Code of Conduct akzeptieren, wird dieser in die verhandelten Verträge integriert und die Unternehmen sind nunmehr dazu verpflichtet, dessen Einhaltung sicherzustellen. Während die meisten Unternehmen bei einem Großteil ihrer Lieferanten Audits durchführen, um die Einhaltung sicherzustellen, werden in anderen Organisationen ausschließlich kritische Zulieferer einer Prüfung unterzogen.³⁵ Zwar verfolgen Audits das Ziel, die in den Codes of Conduct definierten Standards im Bereich der Menschenrechte und Arbeitsbedingungen sicherzustellen, dennoch wird ihre Effektivität immer häufiger angezweifelt.³⁶ Als primärer Kritikpunkt wird meist aufgeführt, dass selbst die am besten ausgebildeten und engagiertesten Auditoren Schwierigkeiten haben, die Ein-

²⁸ Vgl. Mamic, I., 2005, S. 81 sowie Egels-Zandén, N., 2007, S. 48.

²⁹ Vgl. Mamic, I., 2005, S. 81.

³⁰ Vgl. Prieto-Carrón, M., 2008, S. 12.

³¹ Vgl. Pearson, R., Seyfang, G., 2001, S. 65.

³² Vgl. Welford, R., Frost, S., 2006, S. 172

³³ Vgl. Prieto-Carrón, M., 2006, S. 91.

³⁴ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 264.

³⁵ Vgl. Leire, C., Mont, O., 2010, S. 32.

³⁶ Vgl. Awaysheh, A., Klassen, R. D., 2010, S. 1249.

haltung der Regelungen zu beurteilen.³⁷ Argumentiert wird etwa, dass Audits aufgrund der sehr kurz getakteten Zeit nur eine Momentaufnahme der Arbeitsbedingungen an den Produktionsstandorten darstellen. Des Weiteren trainieren Führungskräfte ihre Angestellten darin, während der Interviews mit den Auditoren, nur die in ihren Augen angemessenen Antworten zu geben.³⁸ Die Lösung dieser Problematik könnte in unangekündigten Kontrollbesuchen liegen.³⁹ Wie allerdings im vorangegangenen Kapitel bereits erläutert, scheinen auch diese Maßnahmen keinen allgemein gültigen Lösungsansatz darzustellen, da es oft auch im Interesse der Mitarbeiter liegt, die tatsächlichen Umstände an ihrem Arbeitsplatz zu verbergen. So können viele Fabrikarbeiter beispielsweise nur durch die Überschreitung der maximalen Anzahl der Überstunden ausreichend Geld für die Ernährung ihrer Familie verdienen.⁴⁰ Hier wird deutlich, dass Audits zwar dazu beitragen, offensichtliche Gesundheits- und Sicherheitsrisiken zu identifizieren, als geeignetes Mittel zur Eliminierung grundlegender Ursachen für die Nicht-Einhaltung sozial nachhaltiger Vorgaben werden Audits allerdings überschätzt.⁴¹ Diese Tatsache darf allerdings nicht den Verzicht auf Audits bei der Durchsetzung der Verhaltenskodizes zur Folge haben. Wichtig ist etwa, den Unternehmen die Gelegenheit zu geben, ihre Maßnahmen zur Erreichung besserer sozialer Nachhaltigkeit auszubauen und dies in Folgeaudits zu überprüfen.⁴² Außerdem liegt es auch in der Verantwortung der jeweiligen Einkäufer, die Sicherstellung sozialer Nachhaltigkeit bei ihren Zulieferern mit ausreichend Nachdruck zu verfolgen.⁴³ Eine Nicht-Einhaltung hat in konkreten Fällen zur Folge, dass die Lieferanten den Kostendruck, den sie von nachgelagerten Unternehmen erhalten, durch niedrigere Löhne oder geringere Investitionen in Arbeitssicherheitsmaßnahmen auf ihre Mitarbeiter transferieren.⁴⁴ Ein Kritikpunkt ist zudem der Fokus der Codes of Conduct auf die direkten Lieferanten und großen Fabriken. Die Praktiken im informellen Sektor oder die Interessen von meist weiblichen in der Textilbranche beschäftigten Arbeitskräften, die ihren Tätigkeiten von zu Hause aus nachgehen, werden von Auditoren kaum berücksichtigt und kontrolliert.⁴⁵ Außerdem würden die Unternehmen viel mehr Verstöße gegen Prinzipien der sozialen Nachhaltigkeit identifizieren, wenn sie die Aktivitäten der Zulieferer auf

³⁷ Vgl. Egels-Zandén, N., 2014a, S. 10.

³⁸ Vgl. Jiang, B., 2009b, S. 88.

³⁹ Vgl. Egels-Zandén, N., 2014a, S. 10.

⁴⁰ Vgl. Hoang, D., 2010, S. 93.

⁴¹ Vgl. Locke, R., Amengual, M., Mangla, A., 2009, S. 328.

⁴² Vgl. Locke, R. et al., 2007, S. 29.

⁴³ Vgl. Egels-Zandén, N., 2007, S. 55.

⁴⁴ Vgl. Arnold, D. G., Hartmann, L. P., 2005, zitiert nach Jiang, B., 2009b, S. 79 sowie Oka, C., 2010, S. 179.

⁴⁵ Vgl. Pearson, R., Seyfang, G., 2001, S. 61.

zweiter oder dritter Ebene genauso stark fokussieren würden. Laut Anisul Huq, Stevenson, Zorzini (2014) ignorieren viel zu viele Einkäufer diese Problematik, solange sie davon ausgehen können, dass die Verstöße nicht bis zu ihren Unternehmen verfolgbar sind. Des Weiteren ist es unbedingt notwendig, Zulieferer auf weiter vorgelegten Stufen der Supply Chain in den Implementierungsprozess zu integrieren, da nur auf diese Weise opportunistisches Verhalten, wie etwa Vertragsschlüsse mit nicht-zertifizierten Sub-Lieferanten, kontrolliert und unterbunden werden können.⁴⁶ Auch die Unterstützung der lokalen Behörden ist bei der Implementierung und Überwachung der Vorgaben von Vorteil. Neben der Durchsetzung der bestehenden Rechtsprechung, können sie auch mit dem Ausbau der Infrastruktur oder der Bereitstellung von Ressourcen für die Zielerreichung der Lieferanten eine große Hilfestellung leisten.⁴⁷ Andererseits tragen Codes of Conduct dazu bei, global geltende und anerkannte Standards auch auf gesetzlich eher schwach regulierte Staaten und Industrien zu erweitern. Die Zulieferer, die sich zuverlässig an die Vorgaben der Kodizes binden und diese effektiv umsetzen, profitieren jedoch nur viel zu selten davon. So steht es in der Pflicht der einkaufenden Organisationen, angemessene Anreize zu setzen und die durch die Einhaltung der Verhaltenskodizes entstehenden Kosten geringer zu halten als die Kosten der Nicht-Einhaltung, um Lieferanten zu stetigen Verbesserungsmaßnahmen zu motivieren.⁴⁸ Die langfristige Zusage größerer Bestellmengen oder die Akzeptanz höherer Preise würde die zuliefernden Unternehmen bei der Kompensierung der durch die sozialen Nachhaltigkeitsmaßnahmen entstehenden Kosten stark unterstützen. Dies stellt jedoch eine große Ausnahme in der Geschäftswelt dar.⁴⁹

4 Empirische Analyse der sozialen Nachhaltigkeit in Supply Chains

4.1 Untersuchungsmethodik, Datenauswahl und -analyse

Die für die Auswertung verwendeten empirischen Daten wurden von Thomson Reuters bezogen. Die Datenbasis erstreckt sich über die letzten elf Jahre und 51 Staaten, wobei die meisten Daten in Nordamerika und Europa erhoben wurden.⁵⁰ Die auf Basis der KPIs erstellten Bewertungen werden zunächst nach Sektoren und Regionen aufgeteilt. Aufgrund der hohen Anzahl an Daten wird außerdem innerhalb der drei Hauptkategorien *Europa*, *USA* und *Entwicklungsmärkte* noch einmal je ein

⁴⁶ Vgl. Anisul Huq, F., Stevenson, M., Zorzini, M., 2014, S. 631.

⁴⁷ Vgl. Lund-Thomsen, P., 2008, S. 1016.

⁴⁸ Vgl. Locke, R., Amengual, M., Mangla, A., 2009, S. 335.

⁴⁹ Vgl. Sethi, S. P. et al., 2011, S. 514 sowie Anisul Huq, F., Stevenson, M., Zorzini, M., 2014, S. 627.

⁵⁰ Vgl. Thomson Reuters, 2015b, S. 5.

Index für Umwelt-, Sozial- und Unternehmensführungskriterien, zusammengefasst unter der Bezeichnung *Environmental Social Governance*, erstellt. Bei dieser Bewertung legt Thomson Reuters großen Wert auf eine höhere Gewichtung quantitativ messbarer Kennzahlen gegenüber eher qualitativen und subjektiven Indikatoren.⁵¹ Diese standardisierte Vorgehensweise ermöglicht eine nachvollziehbare und transparente Integration von extra-finanziellen Daten in Analysen und Bewertungen und bildet somit eine geeignete Basis für die empirischen Auswertungen in dieser Arbeit.

Aufgrund der umfangreichen Möglichkeiten zur statistischen Datenanalyse und der hohen Anwenderorientierung wurde die Statistik-Software IBM SPSS Statistics für die empirische Auswertung verwendet. Dabei liegt der Fokus auf dem Vergleich unterschiedlicher Branchen und Staaten sowie der Bestimmung von Zusammenhängen zwischen der Existenz von verbindlichen Codes of Conduct in einem Unternehmen und der Gültigkeit entsprechend gleichwertiger Vorgaben für die Lieferanten dieses Unternehmens. Für die Auswertung wurde der Erhebungen von 2.336 Unternehmen umfassende Datensatz zwecks besserer Übersichtlichkeit eingegrenzt und strukturiert. Zunächst wurde der Untersuchungszeitraum auf die Jahre von 2008 bis 2014 beschränkt, um eine möglichst hohe Aktualität der Daten zu garantieren. Nachdem alle finanziellen und ökologischen Indikatoren bereits im Voraus entfernt worden waren, wurden auch die insgesamt 62 sozialen Indikatoren auf eine Anzahl von neun reduziert (siehe Abb. 1).

Alle Indikatoren stellen Maßnahmen zur Implementierung oder Erhöhung der sozialen Nachhaltigkeit in Unternehmen dar. Bei der Auswahl der zu analysierenden Indikatoren wurde außerdem Wert auf die Abbildung eines Supply Chain-Zusammenhangs gelegt, welcher auf insgesamt acht der neun Kennzahlen zutrifft. Anhand der ersten drei Indikatoren *Employee Relations Policy Elements*, *Human Rights Policy Elements* und *Employee Health & Safety Policy Elements* wird geprüft, ob in den jeweiligen Organisationen Richtlinien existieren, die gute Beziehungen zu den Mitarbeitern wie auch bestimmte Menschenrechtsstandards entlang der gesamten Wertschöpfungskette sicherstellen und die Gesundheit und Sicherheit aller Mitarbeiter in der Supply Chain verbessern sollen. Die Kennzahlen *Employee Relations Code of Conduct*, *Human Rights Code of Conduct* und *Employee Health & Safety Code of Conduct* analysieren prinzipiell die gleichen Fragestellungen mit dem Unterschied, dass hier geprüft wird, ob neben allgemeinen Unternehmenspolitiken und Richtlinien auch explizite und verpflichtende Handlungsanweisungen, also Codes of Conduct, existieren und dadurch eine höhere Verbindlichkeit erreicht wird.

⁵¹ Vgl. Thomson Reuters, 2015b, S. 9–12.

Indikator	Beschreibung
Employee Re- lations Policy Ele- ments	Does the company have a policy to ensure good employee relations within its supply chain?
Human Rights Policy Ele- ments	Does the company have a human rights policy applying to its supply chain?
Employee Health & Safety Policy Elements	Does the company have a policy to improve employee health & safety within its supply chain?
Employee Re- lations Code of Con- duct	Does the company describe in the code of conduct that it strives to improve employee relations within its supply chain?
Human Rights Code of Con- duct	Does the company describe in the code of conduct that it strives to apply human rights standards to its supply chain?
Employee Health & Safety Code of Conduct	Does the company describe in the code of conduct that it strives to improve the employee health & safety of its supply chain?
Human Rights Breaches Contractor	Does the company report or show to be ready to end a partnership with a sourcing partner if human rights criteria are not met?
Communi- ty/Policy 2	Does the company have a policy to respect business ethics or has the company signed the UN Global Compact or follow the OECD guidelines?
Employee Health & Safety Progress Surveys	Does the company show through the use of surveys or measurements that it is improving the level of employee health & safety in its supply chain?

Tabelle 1: Supply Chain-Indikatoren

Mithilfe des *Human Rights Breaches Contractor*-Indikators lässt sich nachvollziehen, ob Unternehmen bei einer Missachtung von Menschenrechten durch ihre Zulieferer grundsätzlich auch dazu bereit sind, die Geschäftsbeziehungen zu beenden. Die Kennzahl *Community/Policy 2* wiederum weist als einzige keinen unmittelbaren

Supply Chain-Zusammenhang auf. Vielmehr bezieht sie sich auf die Existenz von internen Unternehmensrichtlinien und kann daher abbilden, inwieweit Vorgaben bezüglich sozial nachhaltigen Handelns in einem Unternehmen vorgeschrieben sind. Beispielsweise kann überprüft werden, ob eine Organisation bereits internationale Abkommen wie den UN Global Compact unterzeichnet hat oder sich das unternehmerische Handeln an den Grundsätzen der OECD ausrichtet. Als letzter Indikator untersucht *Employee Health & Safety Progress Surveys*, ob Unternehmen Umfragen oder alternative Messinstrumente nutzen, um eine Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit innerhalb der Organisation nachzuweisen und zu dokumentieren. Insgesamt bilden die neun Indikatoren ein sehr vielschichtiges Bild sozialer Nachhaltigkeit ab. Aufgrund des sehr hohen Anteils an Kennzahlen mit Supply Chain-Bezug ist es zudem auch möglich, Aussagen über den Grad an sozialer Verantwortung von Unternehmen gegenüber allen Akteuren entlang ihrer Wertschöpfungskette zu treffen.

4.2 Entwicklung der Forschungshypothesen

Entwicklung der Forschungshypothese 1

Für die empirische Analyse wurde zunächst jeder einzelne der insgesamt 51 im Datensatz erfassten Staaten entweder als Industrieland oder als Schwellen- oder Entwicklungsland klassifiziert. Als entscheidendes Kriterium zur Einstufung der Länder wurde dafür die Kategorisierung der UN herangezogen, da hier, im Gegensatz zu den anderen Klassifizierungen, jedes Land im Datensatz einer Kategorie zugeordnet werden konnte. Diese Einstufung kann als hoch repräsentativ bewertet werden, da sich die Wahl der Länderkategorie einerseits an den quantitativ messbaren Kriterien der Weltbank orientiert, gleichzeitig aber andere „weiche“ Indikatoren in die Beurteilung integriert. Staaten, die von der UN als „developing economies“ oder als „economies in transition“ bezeichnet werden, fallen somit in die Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer. Die Kategorie der Industrieländer hingegen stellt in dieser Arbeit das Äquivalent zu den „developed economies“ der UN dar.⁵² Der Blick auf Anlage 1 zeigt, dass 26 der insgesamt 51 Länder in dieser Arbeit als Schwellen- und Entwicklungsländer eingestuft und die verbleibenden 25 Staaten folglich als Industrieländer geführt werden können, was einem beidseitigen Anteil von nahezu exakt 50 % entspricht.⁵³ Fraglich ist allerdings, inwieweit sich die Relevanz sozialer Nachhaltigkeitsmaßnahmen in Schwellen- und Entwicklungsländern von ihrem Stellenwert in Industrieländern unterscheidet. Fest steht, dass speziell in der Forschung zu sozialer Nachhaltigkeit in Entwicklungsländern im Vergleich zu Industrieländern noch erheblicher Nachholbedarf besteht. Da zudem die institutio-

⁵² Vgl Anlage 1: Länderklassifikation: Die Tabelle zeigt neben der Länderklassifizierung der UN auch die Einstufungen der anderen Organisationen für alle Staaten im Datensatz.

⁵³ Vgl. Anlage 1: Länderklassifikation.

nellen Strukturen und gesetzlichen Regelungen zur Durchsetzung spezifischer Maßnahmen in diesen Staaten häufig nur sehr geringe Standards aufweisen, erscheint diese Entwicklung vor dem Hintergrund des hohen Handlungsbedarfs besonders gravierend.⁵⁴ So existieren in einigen Entwicklungsländern beispielsweise Gesetze, die das Mindestalter für eine Beschäftigung als Arbeitskraft auf ein Alter von zwölf Jahren festsetzen. Verlangen Unternehmen dennoch ein höheres Eintrittsalter für eine Beschäftigung vor Ort, kann es vorkommen, dass solche Vorschriften als Ablehnung der lokalen Gesetzgebung durch diese Unternehmen oder sogar als Auferlegung westlicher Standards interpretiert werden.⁵⁵ Dies verdeutlicht, wie schwierig es auch aktuell noch ist, in einigen Entwicklungsländern eine ernsthafte Diskussion über soziale Nachhaltigkeit zu führen, ohne dabei auf Ablehnung zu stoßen.⁵⁶ In Nordamerika oder Europa hingegen werden inzwischen jeden Monat Nachhaltigkeitskonferenzen veranstaltet, was die dortige hohe Relevanz des Themas aufzeigt.⁵⁷ Neben den vielen Großkonzernen ist die Wichtigkeit sozialer Nachhaltigkeit auch in den meisten, vor allem kleinen und mittelgroßen, Unternehmen aus Industrieländern zum festen Bestandteil der Unternehmenspolitik geworden. Eine zentrale Rolle spielen in diesem Zusammenhang auch die persönlichen Werte der Top-Manager, die meist die primären Treiber für die Übernahme sozialer Verantwortung des Unternehmens kennzeichnen.⁵⁸ Andererseits üben auch die gestiegene Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit sowie strenge Gesetzesvorgaben in ihren Heimatländern einen immer höheren Druck auf die Unternehmen aus.⁵⁹ Dennoch existieren auch innerhalb der Gruppe der Industrieländer unterschiedliche Herangehensweisen an das Konzept der Nachhaltigkeit. Während US-amerikanische Unternehmen mit gezielten Maßnahmen eher ihre Wahrnehmung in der Öffentlichkeit verbessern wollen, sind die soziale Verantwortung und die Bereitschaft zur tatsächlichen Umsetzung gewisser Standards in der skandinavischen Kultur traditionell stark verankert.⁶⁰ Die Höhe der Relevanz ergibt sich in der Regel wiederum aus dem Fokus der Öffentlichkeit auf bestimmte Nachhaltigkeitspraktiken sowie der Stärke des Drucks durch den Gesetzgeber, diese umzusetzen.⁶¹ Daher liegt es nahe, dass Unternehmen aus Industrieländern, also Staaten mit einer hohen öffentlichen Aufmerksamkeit für soziale Verantwortung, Maßnahmen zur Etablierung sozialer

⁵⁴ Vgl. Dobers, P., Halme, M., 2009, S. 237.

⁵⁵ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 269.

⁵⁶ Vgl. Lund-Thomsen, P., 2008, S. 1008.

⁵⁷ Vgl. Lund-Thomsen, P., 2008, S. 1006f.

⁵⁸ Vgl. Baden, D. A., Harwood, I. A., Woodward, D. G., 2009, S. 433.

⁵⁹ Vgl. Baden, D. A., Harwood, I. A., Woodward, D. G., 2009, S. 434.

⁶⁰ Vgl. Strand, R., Freeman, R. E., Hockerts, K., 2015, S. 11.

⁶¹ Vgl. Baden, D. A., Harwood, I. A., Woodward, D. G., 2009, S. 434.

Nachhaltigkeit auch implementieren und durchsetzen, um Gesetzesverstöße zu vermeiden und ihr positives Bild in der Öffentlichkeit nicht zu gefährden. Umgekehrt fällt der Druck auf Unternehmen, die in Schwellen- und Entwicklungsländern ansässig sind, mangels stringenter Vorgaben weniger hoch aus, was wiederum die Bereitschaft zur Implementierung sozialer Nachhaltigkeitsmaßnahmen senkt. Annahmegemäß ist es daher sehr wahrscheinlich, dass aufgrund der geringeren Relevanz auch die tatsächliche Verbreitung und Anwendung von sozialen Nachhaltigkeitsmaßnahmen in Schwellen- und Entwicklungsländern weniger stark fortgeschritten ist als in Industrieländern. Aus diesen Annahmen heraus kann die folgende Hypothese abgeleitet werden:

H1: Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit sind in Schwellen- und Entwicklungsländern geringer verbreitet als in Industrieländern.

Entwicklung der Forschungshypothese 2

Aufgrund verschiedener Ursachen, wie etwa der differierenden Struktur der Wertschöpfungsketten, könnten zwischen verschiedenen Branchen ebenfalls Unterschiede in der wahrgenommenen Relevanz von sozialer Nachhaltigkeit und Verantwortung existieren.⁶²

Die Textilindustrie zählt zu den in der Fachliteratur am häufigsten untersuchten und diskutierten Industriezweigen. In Bezug auf die Bedeutung und insbesondere auch auf die Wirksamkeit von sozialen Nachhaltigkeitsmaßnahmen wie Codes of Conduct kommen die Autoren allerdings zu unterschiedlichen Ergebnissen. Fest steht einerseits, dass minimale Tageslöhne, ein hohes Maß an unbezahlten Überstunden sowie fragwürdige Arbeitsbedingungen immer noch zum Alltag vieler Arbeitnehmer der Textilindustrie gehören.⁶³ Zahlreiche Unternehmen aus dieser Branche wurden für derartige Zustände in der Vergangenheit bereits stark kritisiert.⁶⁴ Zuletzt erregte der Einsturz eines achtstöckigen Fabrikgebäudes 2013 in Bangladesch, in welchem für viele international bekannte Textilunternehmen produziert wurde, große öffentliche Aufmerksamkeit.⁶⁵ Besonders die über 80% weiblichen Arbeitskräfte in der Textilindustrie sind von diesen schlechten Arbeitsbedingungen betroffen und gehen dabei das Risiko von körperlicher und finanzieller Ausbeutung ein.⁶⁶ Davon sind, wie vielleicht vermutet werden könnte, nicht ausschließlich Frauen in Entwicklungsländern betroffen. Auch in Australien existiert bisher noch keine entsprechende gesetzliche Regelung, die die in der Textilbranche oft übliche Heim-

⁶² Vgl. Maloni, M. J., Brown, M. E., 2006, S. 35.

⁶³ Vgl. Kaufmann, A. et al., 2004, S. 95.

⁶⁴ Vgl. Koplin, J., Seuring, S., Mesterharm, M., 2006, S. 1056.

⁶⁵ Vgl. Müller, M., Stölzle, W., 2016, S. 122.

⁶⁶ Vgl. Kaufmann, A. et al., 2004, S. 96.

arbeit von Frauen formal anerkennt und somit auch für deren soziale Absicherung sorgt.⁶⁷ Um diese Verhältnisse zu verbessern, wurden in der Vergangenheit diverse Monitoring-Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit in dieser Industrie etabliert.⁶⁸ Dieser Einsatz regulierender Maßnahmen schlug sich 2003 in einer führenden Position der Textilindustrie hinsichtlich der Verbreitung und der Anzahl sozialer Nachhaltigkeitsmaßnahmen verglichen mit anderen Branchen nieder.⁶⁹ In Entwicklungsländern wie Bangladesch stellt sie zudem die am stärksten regulierte Branche des Landes dar.⁷⁰

Neben der Textilbranche wurde die Automobilindustrie für die empirische Untersuchung in dieser Arbeit ausgewählt. Zwar existieren durchaus Studien, die die soziale Nachhaltigkeit in der Automobilindustrie thematisieren, dabei konzentrieren sie sich allerdings primär auf die Verbesserung der ökonomischen Performance durch gezielte Nachhaltigkeitsaktivitäten.⁷¹ Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit und Verantwortung stehen auch in der Studie von Abländer, Roloff (2010) nicht im Fokus. In diesem Fall werden die Beziehungen der „Original Equipment Manufacturer“ zu ihren Lieferanten jedoch durchaus kritisch betrachtet. So werden neben der Produktion oft auch Kosten und Risiken auf die Zulieferer verlagert.⁷² Gleichzeitig wird der japanische Automobilhersteller *Toyota* als Positivbeispiel angeführt, da das Unternehmen durch kollaborative Beziehungen und Lieferantenintegration bereits Kosten reduzieren konnte.⁷³ Ein weiterer Grund für den Vergleich mit der Automobilbranche liegt in den meist westlichen und hoch entwickelten Herkunftsländern vieler Automobilhersteller. Zwar ist der Outsourcing-Anteil in der Automobilindustrie in den letzten Jahren stark angestiegen, im Falle einiger deutscher Hersteller handelt es sich hierbei allerdings oft nur um die Endmontage der Fahrzeuge, während die Montageteile zuvor von regionalen, meist mittelständischen Zulieferern produziert wurden. Dies führt dazu, dass das Outsourcing der Produktion in asiatische Schwellen- und Entwicklungsländer, wie beispielsweise bei deutschen Automobilherstellern, insgesamt weniger stark verbreitet ist als in der Textilbranche.⁷⁴ Auf den ersten Blick scheint die Automobilindustrie daher, auch in Hinblick auf die kaum vorhandene Kritik in der Fachliteratur, weit weniger Missstände auf dem Gebiet der sozialen Nachhaltigkeit aufzuweisen, was zunächst

⁶⁷ Vgl. Burchielli, R. et al., 2009, S. 577f.

⁶⁸ Vgl. Koplin, J., Seuring, S., Mesterharm, M., 2006, S. 1056.

⁶⁹ Vgl. Roberts, S., 2003, S. 164.

⁷⁰ Vgl. Anisul Huq, F., Stevenson, M., Zorzini, M., 2014, S. 627.

⁷¹ Vgl. Gopal, P. R.C., Thakkar, J., 2016, S. 49.

⁷² Vgl. Abländer, M. S., Roloff, J., 2010, S. 11.

⁷³ Vgl. Abländer, M. S., Roloff, J., 2010, S. 10.

⁷⁴ Vgl. Cody, J., 2015, S. 29.

auf eine hohe Verbreitung von Maßnahmen zur Erhöhung der Nachhaltigkeit hindeutet. Gründe für das bessere Bild in der Öffentlichkeit könnten allerdings vielfältig sein und neben einer ungenügenden kritischen Betrachtung in der Fachliteratur auch darin liegen, dass in den Wertschöpfungsketten von Automobilherstellern bisher keine solch negativen Ereignisse, wie etwa der Einsturz des Fabrikhochhauses in Bangladesch, aufgetreten sind. Zudem liegt der Fokus von Automobilherstellern und -zulieferern stark auf der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit. Da ihnen die positive Außenwirkung durch eine hohe ökologische Performance durchaus bewusst ist, konzentrieren sich die Verantwortlichen in diesen Unternehmen primär auf die Nachhaltigkeitsberichterstattung hinsichtlich ihrer ökologischen Ziele und Beiträge zum Schutz der Umwelt. In diesem Zusammenhang gewinnt die Beobachtung von Mitnick (2000) an besonderer Relevanz. Er stellt fest, dass Organisationen, deren Unternehmenspraxis sich negativ auf eine Dimension der Nachhaltigkeit auswirkt, die öffentliche Berichterstattung diesbezüglich vernachlässigen, gleichzeitig aber ihre positiven Beiträge auf anderen Gebieten der Nachhaltigkeit publik machen und hervorheben.⁷⁵ Somit liegt die Vermutung nahe, dass Unternehmen hier ihre mangelnden Bemühungen zur Erzielung einer hohen sozialen Nachhaltigkeit kaschieren wollen. Die zweite Hypothese nimmt daher an, dass Maßnahmen zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit in der Textilindustrie im Vergleich zur Automobilindustrie häufiger verbreitet sind:

H2: Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit sind in der Textilindustrie häufiger verbreitet als in der Automobilindustrie.

Entwicklung der Forschungshypothesen 3a und 3b

Nachdem die beiden vorangegangenen Hypothesen eine relativ allgemeine und deskriptive Charakterisierung sozialer Nachhaltigkeitsmaßnahmen über verschiedene Staaten und Branchen hinweg kennzeichnen, fällt der Fokus an dieser Stelle nochmals auf einen konkreten Supply Chain-Zusammenhang von gezielten Aktivitäten zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit. Unternehmensrichtlinien im Allgemeinen und Codes of Conduct im Besonderen haben sich dabei als bewährtes Mittel zur Implementierung von Anforderungen auf dem Gebiet sozialer Nachhaltigkeit etabliert.⁷⁶ Ursprünglich konzentrierten sich diese Vorgaben oft ausschließlich auf das eigene Unternehmen, zwischenzeitlich realisieren jedoch viele Firmen, dass die Anerkennung der sozialen Verantwortung für ihre vorgelagerte Wertschöpfungskette ebenfalls zu ihrer Wettbewerbsfähigkeit beiträgt.⁷⁷ Neben der Effektivität von sozialen Nachhaltigkeitsaktivitäten stellt sich allerdings auch die Frage, inwieweit der Fokus auf soziale Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen Einfluss auf die

⁷⁵ Vgl. Mitnick, B., 2000, zitiert nach Sweeney, L., Coughlan, J., 2011, S. 120.

⁷⁶ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 260.

⁷⁷ Vgl. Oehmen, J. et al., 2010, S. 665.

Übernahme sozialer Verantwortung entlang der gesamten Wertschöpfungskette hat. So scheinen viele Unternehmen bereits verstanden zu haben, dass „eine Organisation niemals nachhaltiger als die entsprechende Supply Chain sein kann“.⁷⁸ So liegt es nahe, dass Unternehmen neben einer eigenen sozial nachhaltigen Unternehmenspolitik ebenfalls großen Wert auf ein hohes Niveau sozialer Nachhaltigkeit in ihrer vorgelagerten Wertschöpfungskette legen. Ob diese Ansicht in der Praxis allerdings auch Anwendung findet und inwieweit Unternehmen, die sich in einer Unternehmensrichtlinie zu eigenem nachhaltigerem Handeln bekennen, bei der Auswahl ihrer Lieferanten tatsächlich auf angemessene Arbeitsbedingungen und adäquate Gesundheits- und Sicherheitsstandards in der Wertschöpfung achten, ist jedoch grundlegend zu hinterfragen. Angenommen wird dabei, dass bei Vorhandensein einer internen Unternehmensrichtlinie auch die Etablierung höherer Nachhaltigkeitsstandards in der gesamten vorgelagerten Wertschöpfungskette wahrscheinlich ist. Durch Überprüfung dieser Annahme kann anhand der letzten Hypothesen 3a und 3b untersucht werden, ob Unternehmen eine interne Unternehmensrichtlinie zur Respektierung moralischer Standards aufweisen oder aber international anerkannte Abkommen, wie etwa den *UN Global Compact* oder die Richtlinien der *OECD*, anerkennen beziehungsweise unterzeichnet haben. In Kombination wird analysiert, inwieweit diese Einstellung mit den Zielsetzungen der Unternehmen zur Etablierung höherer Nachhaltigkeitsstandards in ihrer gesamten vorgelagerten Wertschöpfungskette korreliert. Da sich soziale Nachhaltigkeit aus vielen verschiedenen Aspekten zusammensetzt, wird nach dem Fokus auf Gesundheits- und Sicherheitsstandards entlang der Supply Chain, der Berücksichtigung von Menschenrechtsstandards sowie der Sicherstellung von guten Beziehungen zu allen Mitarbeitern entlang der gesamten Wertschöpfungskette differenziert. Differenziert wird bei den beiden Hypothesen ausschließlich hinsichtlich der analysierten Unternehmen, deren Branchen und Herkunftsländern. Ausgehend von Hypothese 1 analysiert Hypothese 3a die Korrelation in Bezug auf potenzielle Differenzen zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern, während in Hypothese 3b, bezugnehmend auf Hypothese 2, die Unterschiede in der Korrelation zwischen der Textil- und Automobilbranche untersucht werden. Daraus ergeben sich die folgenden zwei Ausprägungen der letzten Hypothese:

H3a: Unternehmen, die über eine interne Unternehmensrichtlinie zur Respektierung ethischer Standards verfügen, den UN Global Compact unterzeichnet haben oder gemäß der Richtlinien der OECD praktizieren, stellen die Akzeptanz und Implementierung dieser Standards auch entlang ihrer gesamten vorgelagerten Supply Chain sicher. Diese Zusammenhänge wirken bei Unternehmen aus Industrieländern stärker als bei Unternehmen aus Schwellen- und Entwicklungsländern.

⁷⁸ Vgl. Krause, D. R., Vachon, S., Klassen, R. D., 2009, S. 18.

H3b: Unternehmen, die über eine interne Unternehmensrichtlinie zur Respektierung ethischer Standards verfügen, den UN Global Compact unterzeichnet haben oder gemäß der Richtlinien der OECD praktizieren, stellen die Akzeptanz und Implementierung dieser Standards auch entlang ihrer gesamten vorgelagerten Supply Chain sicher. Diese Zusammenhänge wirken bei Unternehmen der Textilindustrie stärker als bei Unternehmen aus der Automobilbranche.

5 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Abschließend werden die relevanten Ergebnisse der Auswertung zusammengefasst und interpretiert. Diskutiert werden Mängel und Schwächen der Operationalisierung der empirischen Analyse genauso wie potenzielle Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen. Aufgrund der gleichen Datenbasis wird die Interpretation der Hypothese 3a dabei in die Diskussion der Ergebnisse von Hypothese 1 integriert, während die Interpretationen der Hypothesen 2 und 3b aus den gleichen Gründen parallel erfolgen.

Wie erwartet zeigt die erste Auswertung, dass Maßnahmen zur Erhöhung sozialer Nachhaltigkeit bei Unternehmen in Schwellen- und Entwicklungsländern geringer verbreitet sind als in Industrieländern.⁷⁹ Hypothese 1 kann somit bestätigt werden. Hypothese 3a und die darin vermutete positive Korrelation zwischen interner Nachhaltigkeit und Fokus auf die Nachhaltigkeit der Supply Chain können jedoch nicht angenommen werden. Insbesondere fallen diese Zusammenhänge in der Kategorie der Industrieländer schwächer aus als bei den Unternehmen aus Schwellen- und Entwicklungsländern.⁸⁰ Jedoch muss auch beachtet werden, dass es sich bei diesen Unterschieden nur um minimale Differenzen von ca. 10% handelt, welche durchaus auch aus der hohen Diskrepanz der Gesamtzahl an ausgewerteten Fälle in den beiden Kategorien hervorgehen können.⁸¹ Das wirft die Frage auf, weshalb in dem Thomson Reuters Datensatz eine Grundmenge von jährlich 1.952 Unternehmen aus Industrieländern einer viel kleineren Grundgesamtheit von 384 Unternehmen aus Schwellen- und Entwicklungsländern gegenübersteht.⁸² Antworten liefert die Analyse der Datenherkunft im Thomson Reuters-Datensatz. Die Datenbasis wird zwar

⁷⁹ Vgl. Anlage 2: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2008.

⁸⁰ Vgl. Anlage 7: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie Anlage 8: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Industrieländer.

⁸¹ Die hohe Diskrepanz ist ersichtlich aus Anlage 5 (Verarbeitete Fälle aus der Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer) und Anlage 6 (Verarbeitete Fälle aus der Kategorie der Industrieländer).

⁸² Auf alle sieben erfassten Jahre übertragen, entsprechen diese Zahlen der in Hypothese 3a verwendeten Gesamtanzahl von 2.688 Fällen aus Industrieländern und 13.664 Fällen aus Schwellen- und Entwicklungsländern.

aus allen Teilen der Welt zusammengetragen, allerdings wird fast ein Drittel der Daten in Nordamerika und Europa erhoben, wo ein Großteil der Staaten in die Kategorie der Industrieländer fällt.⁸³ Mit einer jährlichen Unternehmensanzahl im dreistelligen Bereich ist die Datenbasis zwar auch in der Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer hinreichend groß, um eine repräsentative Stichprobe für die Unternehmen aus diesen Staaten zu gewährleisten. Insbesondere bei der Auswertung von Hypothese 3a, in der alle Fälle kumuliert auf die Jahre 2008 bis 2014 analysiert werden und die Differenz dadurch noch größer erscheint, wird die Vergleichbarkeit der beiden Länderklassifikationen dennoch erschwert.

Inhaltlich auffällig ist, dass das Niveau sozialer Nachhaltigkeit in beiden Kategorien insgesamt sehr niedrig ist. Lässt man den *Community/Policy 2*-Indikator aufgrund des fehlenden Supply Chain-Zusammenhanges zunächst außen vor, wird nur bei der Kennzahl *Human Rights Policy Elements* im Jahr 2014 ein 50%-Anteil von Unternehmen, die diese Maßnahme durchführen, erreicht. Alle anderen Werte liegen weit darunter.⁸⁴ Es ist annahmegemäß zwar wenig überraschend, dass bei den Unternehmen aus Schwellen- und Entwicklungsländern noch großer Handlungsbedarf auf dem Feld sozialer Nachhaltigkeit besteht. So wurden die schwachen institutionellen Strukturen und mangelnde Stringenz bei der Durchsetzung der Gesetze in einigen Schwellen- und Entwicklungsländern in vorangegangenen Kapiteln bereits als Hindernis für die Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit genannt.⁸⁵ Die erkenntnisreichere Aussage liegt viel mehr in der Tatsache, dass Unternehmen aus den laut UN stark entwickelten Industrieländern nur wenig besser abschneiden als Organisationen aus Schwellen- und Entwicklungsländern,⁸⁶ da durchschnittlich nur jedes dritte Unternehmen aus der Kategorie der Industrieländer Maßnahmen zur Nachhaltigkeitssteigerung entlang der gesamten Supply Chain durchführt. Hier scheint sich die Literaturlauswertung aus Kapitel 3 zu bestätigen, in der festgestellt wird, dass viele Unternehmen aus hoch entwickelten Staaten in Nordamerika und Europa Wert auf ein möglichst verantwortungsbewusstes Image in der Öffentlichkeit legen. In der Realität korrespondiert diese Reputation in vielen Fällen aber in keiner Weise mit der tatsächlichen Implementierung nachhaltiger Maßnahmen in der Unternehmenspraxis.⁸⁷ So macht die Auswertung weiterhin deutlich, dass selbst 2014 maximal 30% der Unternehmen aus Industrieländern angeben, die Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit aller Mitarbeiter entlang der Supply Chain in ihren Codes

⁸³ Vgl. Thomson Reuters, 2015b, S. 5.

⁸⁴ Vgl. Anlage 13: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2014.

⁸⁵ Vgl. Dobers, P., Halme, M., 2009, S. 237 sowie Toffel, M. W., Short, J. L., Ouellet, M., 2015, S. 21.

⁸⁶ Vgl. United Nations, 2016, S. 157ff.

⁸⁷ Vgl. Maignan, I., Hillebrand, B., McAllister, D., 2002, S. 644f.

of Conduct verankert zu haben.⁸⁸ Dazu passt die Feststellung, dass deutsche Manager konstatieren, diese Codes of Conduct ausschließlich aus operativen und strategischen Gründen zu implementieren.⁸⁹ Die Verhaltenskodizes existieren also und stellen das jeweilige Unternehmen in einem positiven öffentlichen Licht dar. Inwieweit die Inhalte konkret sowie unmissverständlich formuliert wurden und insbesondere für alle weiteren Firmen entlang der vorgelagerten Wertschöpfungskette verbindlich sind, kann die Interpretation von Hypothese 3a beantworten. Hier wird deutlich, dass soziale Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen weder für Unternehmen aus Industrieländern, noch für Organisationen aus Schwellen- und Entwicklungsländern die automatische Übernahme sozialer Verantwortung für die vorgelagerte Supply Chain impliziert.⁹⁰ Dies steht nicht in Einklang mit den Empfehlungen in der Literatur, wo festgestellt wird, dass insbesondere westliche Unternehmen eine wichtige Rolle bei der Sicherstellung der Einhaltung von sozialen Standards durch ihre Lieferanten spielen. Die nachlässige Anwendung und Durchsetzung von Regelungen und Gesetzen durch die Regierung führt vor allem bei Zulieferern in Entwicklungsländern zu einem weitreichenden „race-to-the-bottom“ hinsichtlich Arbeitsbedingungen und anderer sozialer Standards, welche nur durch die jeweiligen einkaufenden Unternehmen unterbunden werden können.⁹¹ Doch auch in Industrieländern werden häufig nur die First-Tier-Lieferanten berücksichtigt und überwacht.⁹² So ist es für viele Unternehmen schlichtweg unmöglich, die Einhaltung des Codes of Conduct durch Lieferanten und Sub-Lieferanten auf den verschiedenen Stufen der Supply Chain sicherzustellen.⁹³

Die Kennzahl *Community/Policy 2* kann eine Erklärung für die Vermutung, dass die niedrigen Anteile speziell auf das mangelnde Interesse der Unternehmen an einer sozial nachhaltigen Supply Chain zurückzuführen sind, liefern. Hier wird ausschließlich geprüft, ob Unternehmen über eine eigene interne Richtlinie zu ethisch korrektem Handeln verfügen oder sich dabei an international anerkannte Vorgaben halten. Der Anteil der Unternehmen aus beiden Länderklassifikationen, die dieser Aussage zustimmen, liegt stets um ein Vielfaches höher als bei den anderen Indikatoren. Wie bereits angedeutet, können sich die Unternehmen aus den Schwellen-

⁸⁸ Vgl. Anlage 13: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2014.

⁸⁹ Vgl. Bondy, K., Matten, D., Moon, J., 2004, S. 467.

⁹⁰ Vgl. Anlage 7: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie Anlage 8: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Industrieländer.

⁹¹ Vgl. Jiang, B., 2009a, S. 277.

⁹² Vgl. Burchielli, R. et al., 2009, S. 576; Ciliberti, F. et al., 2009, S. 120 sowie Anisul Huq, F., Stevenson, M., Zorzini, M., 2014, S. 626.

⁹³ Vgl. Mont, O., Kogg, B., Leire, C., 2010, S. 7.

und Entwicklungsländern dabei durchaus mit ihren Konkurrenten aus den westlichen, hoch entwickelten Ländern messen lassen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass auch Unternehmen aus kaum entwickelten Staaten wie etwa den Philippinen in diese Kategorie fallen, ist es bemerkenswert, dass 2014 knapp 80% der Organisationen aus dieser Klassifizierung angeben, über solch eine interne Unternehmensrichtlinie zur Respektierung ethischer Standards zu verfügen.⁹⁴ Dieser unerwartet hohe Wert könnte allerdings auch daraus hervorgehen, dass kleinere, überregional kaum relevante Firmen aus Entwicklungsländern in dem Datensatz von Thomson Reuters nicht erfasst sind und somit nur größere Unternehmen, die sich an die westlichen Standards anpassen müssen, in die Analysen integriert werden. Viele Unternehmen, unabhängig davon aus welchem Land sie stammen, legen, wie bereits thematisiert, demnach offenbar lange nicht so viel Wert auf die soziale Nachhaltigkeit in ihrer Wertschöpfungskette, wie sie es innerhalb ihrer eigenen Organisation zumindest vorgeben zu tun. Die verantwortlichen Manager scheinen die große Bedeutung einer nachhaltigen vorgelagerten Wertschöpfungskette daher immer noch nicht vollständig erkannt zu haben. Obwohl die meisten Organisationen die hohe Relevanz einer möglichst nachhaltigen Wahrnehmung ihrer Unternehmenskultur in der Öffentlichkeit mittlerweile als Wettbewerbsvorteil verstehen,⁹⁵ scheint ihnen noch nicht bewusst zu sein, dass Missachtungen sozialer Standards durch ihre Lieferanten ebenso hohe negative Reputationseffekte für ihre Organisation hervorrufen können.⁹⁶

Abschließend lohnt sich zudem ein Blick auf den *Human Rights Breaches Contractor*-Indikator, da dieser als einzige Kennzahl leicht höhere Werte bei den Unternehmen aus Schwellen- und Entwicklungsländern als bei Organisationen aus Industrieländern aufweist.⁹⁷ Somit sind aus den hoch entwickelten Staaten anteilsmäßig weniger Unternehmen dazu bereit, bei Missachtungen von Menschenrechtsstandards durch ihre Lieferanten ihre Geschäftsbeziehungen mit diesen zu terminieren. Während die Werte in der Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer auf dem Niveau der anderen ausgewerteten Indikatoren liegen, weisen die Unternehmen aus Industrieländern hier deutlich geringere Zustimmungswerte im Vergleich zu den restlichen Kennzahlen auf.⁹⁸ In der Realität zeigt etwa das Beispiel des US-amerikanischen Spielzeugherstellers *Mattel* die mangelnden Konsequenzen westli-

⁹⁴ Vgl. Anlage 13: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2014.

⁹⁵ Vgl. Baden, D. A., Harwood, I. A., Woodward, D. G., 2009, S. 434.

⁹⁶ Vgl. Roberts, S., 2003, S. 163.

⁹⁷ Vgl. Anlage 13: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2014.

⁹⁸ Vgl. beispielhaft Anlage 2: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2008.

cher Konzerne bei wiederholtem Fehlverhalten der Zulieferer. Obwohl bei einem Lieferantenaudit auffiel, dass die Anzahl der Überstunden viel zu hoch war und diese, trotz der bereits sehr niedrigen Löhne der Arbeitnehmer, auch nicht bezahlt wurden, löste das Unternehmen die Verträge mit dem entsprechenden Zulieferer entgegen aller Ankündigungen nicht auf.⁹⁹ Auch Locke (2013) stellt fest, dass nur eine sehr geringe Anzahl von Unternehmen die Beziehungen zu wiederholt vertragsbrüchigen Lieferanten beendet.¹⁰⁰ Folgt man der Argumentation, dass Codes of Conduct nur aus strategischen Gründen heraus und zur Image-Verbesserung implementiert werden,¹⁰¹ könnte der mangelnde Fokus der Öffentlichkeit und die damit einhergehende fehlende Notwendigkeit für Unternehmen, die Beziehungen zu beenden, eine Begründung hierfür darstellen. Dies unterstützt zudem die vorangegangenen Feststellungen, wonach Unternehmen, unabhängig von ihren eigenen internen Nachhaltigkeitsansprüchen, kaum Wert auf eine sozial nachhaltige Wertschöpfungskette legen. Andererseits kann das Festhalten an Lieferanten mit vertragswidrigem Verhalten auch gegen die sofortige Terminierung der Geschäftsbeziehungen sprechen. Sind die Auftraggeber zu voreilig mit der Kündigung der Verträge bei Vertragsverletzungen, so leiden in der Regel die Arbeitnehmer, die daraufhin ihre Jobs verlieren, am meisten darunter. Daher bekennen sich mittlerweile auch einige Unternehmen dazu, bei Fehlverhalten nicht sofort solche strikte Maßnahmen einzuleiten, sondern die Zulieferer präventiv sowie bei der Lösung von Problemen zu unterstützen.¹⁰² Da Unternehmen aus Industrieländern häufiger im Besitz der entsprechenden finanziellen und technischen Mittel sind, um diese Unterstützung leisten zu können, kann dies die niedrigeren Werte im Vergleich zu Schwellen- und Entwicklungsländern erklären.

Hypothese 2 konnte ebenfalls angenommen werden. Im Fall von 87,5% der Indikatoren übersteigen die Nachhaltigkeitswerte der Textilindustrie die der Unternehmen aus der Automobilindustrie, was darauf hindeutet, dass Maßnahmen zur Erhöhung der sozialen Nachhaltigkeit in der Textilindustrie stärker verbreitet sind als in der Automobilindustrie.¹⁰³ Hypothese 3b konnte teilweise angenommen werden. Demnach konnte nur bei den Unternehmen der Textilindustrie eine mittlere Korrelation zwischen dem Vorhandensein einer internen Unternehmensrichtlinie zur Respektierung ethischer Standards und der Akzeptanz von Menschenrechtsstandards sowie der Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter entlang der gesam-

⁹⁹ Vgl. Sethi, S. P. et al., 2011, S. 511.

¹⁰⁰ Vgl. Locke, R., 2013, zitiert nach Bornström, M., 2015, S. 162.

¹⁰¹ Vgl. Bondy, K., Matten, D., Moon, J., 2004, S. 467.

¹⁰² Vgl. Locke, R., Amengual, M., Mangla, A., 2009, S. 322.

¹⁰³ Vgl. Anlage 4: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2008.

ten Supply Chain nachgewiesen werden.¹⁰⁴ Zunächst deutet daher alles darauf hin, dass die Textilindustrie grundsätzlich und insbesondere in Bezug auf die vorgelagerte Wertschöpfungskette sozial nachhaltiger ausgerichtet ist als die Automobilindustrie. Um eine angemessene und aussagekräftige Interpretation durchführen zu können, muss aber auch hier die Grundgesamtheit an Daten einem kritischen Blick unterzogen werden. Mit jährlich 74 Unternehmen stellt die Kategorie der Automobilindustrie eine solide Anzahl an Fällen für die Auswertung zur Verfügung. Die Textilindustrie ist allerdings nur mit jährlich 29 Unternehmen repräsentiert,¹⁰⁵ wodurch die Angaben einzelner Unternehmen viel stärker ins Gewicht fallen als bei der Automobilbranche, was bei der nachfolgenden Diskussion berücksichtigt werden muss.¹⁰⁶ Bei der inhaltlichen Interpretation fällt zuerst auf, dass die Unternehmen der Textilindustrie zwar geringere Werte bei dem *Community/Policy 2*-Indikator erzielen, insbesondere aber bei den Indikatoren mit Supply Chain-Bezug besser abschneiden als die Organisationen aus der Automobilbranche.¹⁰⁷ Die Überprüfung der Ergebnisse von Hypothese 3b bestätigt diese Zusammenhänge. Während bei den Unternehmen aus der Automobilindustrie die Korrelation zwischen einer internen sozial nachhaltigen Unternehmenspolitik und der Übertragung dieser Anforderungen auf die restliche Wertschöpfungskette nur gering ausfällt, kann bei den Textilunternehmen eine Korrelation im mittleren Bereich nachgewiesen werden.¹⁰⁸ Die Auswertungen der Hypothesen 2 und 3b deuten somit darauf hin, dass die Unternehmen aus der Automobilbranche zwar einen höheren Fokus auf die soziale Nachhaltigkeit in der eigenen Organisation legen, die Unternehmen der Textilindustrie aber zudem stärker darum bemüht sind, die Implementierung von Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit neben ihrem eigenen Unternehmen auch in ihrer Supply Chain durchsetzen wollen. Im Jahr 2014, in welchem 62 der 70 befragten Automobilhersteller und -zulieferer angeben, über eine interne Unternehmenspolitik zur Respektierung ethischer Standards zu verfügen, wird besonders deutlich, wie hoch das Bestreben, die eigenen Unternehmen möglichst sozial

¹⁰⁴ Vgl. Anlage 12: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für Unternehmen aus der Textilindustrie.

¹⁰⁵ Auf alle sieben erfassten Jahre übertragen, entsprechen diese Zahlen der in Hypothese 3b verwendeten Gesamtanzahl von 518 Fällen in der Automobilindustrie und 203 Fällen in der Textilindustrie, vgl. Anlage 9: Verarbeitete Fälle von Unternehmen aus der Automobilindustrie und Anlage 10: Verarbeitete Fälle von Unternehmen aus der Textilindustrie.

¹⁰⁶ Vgl. Anlage 3: Häufigkeitsverteilung der Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie.

¹⁰⁷ Vgl. beispielhaft Anlage 4: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2008.

¹⁰⁸ Vgl. Anlage 11: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für Unternehmen aus der Automobilindustrie und Anlage 12: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für Unternehmen aus der Textilindustrie.

nachhaltig zu gestalten, in der Automobilindustrie aktuell ist.¹⁰⁹ Da die Branche aufgrund ihrer weltweiten Expansion sowie der Konzentration auf einige wenige multinationale Konzerne unter besonderer öffentlicher Beobachtung steht, zählt sie zu den sogenannten „sensiblen“ Branchen hinsichtlich sozialer Nachhaltigkeit. Dies hat dazu geführt, dass einige Automobilhersteller mittlerweile enorme Anstrengungen in die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in ihre Unternehmensstrategien investieren. So gehen die Ergebnisse der Auswertungen mit den Beobachtungen in der Fachliteratur einher, in welcher ebenfalls festgestellt wird, dass die meisten Unternehmen aus der Branche bereits gezielt Richtlinien zu sozial nachhaltigem Verhalten implementiert haben. Die Übertragung dieser Anforderungen auf ihre Lieferanten steht allerdings noch am Anfang.¹¹⁰ Tatsächlich wird die Einhaltung gewisser Standards, wenn überhaupt, nur von großen First-Tier-Lieferanten gefordert.¹¹¹ Da das Outsourcing von Risiken und Kosten auf die Zulieferer bei Automobilherstellern oft noch zur gängigen Praxis gehört,¹¹² scheint den verantwortlichen Managern auch in diesem Fall die hohe Relevanz einer nachhaltigen, kooperativen und integrierten Zusammenarbeit über alle Stufen der Supply Chain hinweg nicht vollständig bewusst zu sein. Somit stellt dies, trotz des jährlich steigenden sozialen Engagements der Unternehmen, eine nachvollziehbare Erklärung für die sehr geringe Korrelation zwischen interner Nachhaltigkeit und den Zielsetzungen zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit in der gesamten Wertschöpfungskette dar.

In der Textilindustrie ist der Anteil der Unternehmen, die angeben, über eine interne Unternehmenspolitik zur Respektierung ethischer Standards zu verfügen, mit jährlich ca. 80% ebenfalls sehr hoch.¹¹³ Jedoch erfüllen hier nur 23 der insgesamt 29 befragten Unternehmen den *Community/Policy 2*-Indikator,¹¹⁴ weshalb aufgrund der bereits zu Beginn der Interpretation genannten methodischen Gründe von einer geringeren allgemeinen Aussagekraft ausgegangen werden muss als bei einer Grundgesamtheit von 74 Organisationen in der Automobilindustrie. Der in Hypothese 2 nachgewiesene vergleichsweise höhere Fokus auf soziale Nachhaltigkeit und die Korrelation mit der Übertragung dieser Anforderungen in die vorgelagerte Supply Chain könnte zwar mit den, je nach Land, hohen Regulierungen in dieser Branche

¹⁰⁹ Vgl. Anlage 15: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2014.

¹¹⁰ Vgl. Koplin, J., Seuring, S., Mesterharm, M., 2006, S. 1056.

¹¹¹ Vgl. Gopal, P. R.C., Thakkar, J., 2016, S. 58.

¹¹² Vgl. Abländer, M. S., Roloff, J., 2010, S. 3

¹¹³ Vgl. beispielhaft Anlage 4: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2008.

¹¹⁴ Die Zahlen basieren beispielhaft auf der Auswertung für das Jahr 2011. Vgl. Anlage 14: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2011. Die Angaben aus den Jahren 2008 und 2014 spiegeln ein sehr ähnliches Verhältnis wieder.

begründet werden.¹¹⁵ Die tatsächlichen Gründe dürften allerdings komplexer sein, wie empirische Untersuchungen und Fallstudien aus der Fachliteratur zeigen. So bekennen sich beispielsweise sechs führende Unternehmen der Textilindustrie dazu, ihre eigenen Codes of Conduct aufgrund der hohen Kosten und enormen Komplexität nicht auf die gesamte Supply Chain auszuweiten.¹¹⁶ Da es sich bei diesen Unternehmen um Vorreiter auf dem Gebiet der unternehmerischen Verantwortung handelt, die ausführliche und sehr verbindliche Codes of Conduct in ihren eigenen Organisationen implementiert haben, widersprechen diese Beobachtungen jedoch den nachgewiesenen mittleren Korrelationen in der Auswertung von Hypothese 3b. Das legt die Vermutung nahe, dass diese Unternehmen trotz ihrer enormen Einflussmöglichkeiten erst gar nicht den Anspruch an sich selbst stellen, die Arbeitsbedingungen in ihrer Supply Chain verbessern zu wollen.¹¹⁷ Dennoch muss auch berücksichtigt werden, dass Beschaffungsnetzwerke bei Textilunternehmen tausende, über dutzende Länder weltweit verteilte Produktionsstandorte, inklusive Lieferanten und Subunternehmen, umfassen. Um auch die Überwachung der Rohmateriallieferanten zu integrieren, müssten die Kontrollen zudem teilweise auch den Agrarsektor einschließen. Insgesamt würde das Monitoring der Einhaltung der Codes of Conduct daher, vor allem für kleinere Unternehmen, eine komplizierte Herausforderung sowie eine große finanzielle Belastung zur Folge haben.¹¹⁸ Trotzdem liegt es in der Verantwortung der nachgelagerten Unternehmen, die Organisationen in ihrer vorgelegerten Supply Chain davon zu überzeugen, ihre sozialen Standards zu erhöhen.¹¹⁹ Resignation oder gar der Widerwille, an den bestehenden Verhältnissen etwas zu verändern, kennzeichnet dabei den falschen Weg.

Insgesamt zeigen die Auswertungen aller Hypothesen, dass unabhängig von Branche oder Herkunftsland noch starker Nachholbedarf in der Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Arbeitskräfte entlang der gesamten Wertschöpfungskette besteht. Obwohl die Thematik nunmehr seit Jahren in der Fachliteratur genau wie auf politischer Ebene kritisch diskutiert und die Relevanz unternehmerischer Verantwortung hervorgehoben wird, geht aus den Auswertungen in dieser Arbeit hervor, dass sich in der Praxis anteilmäßig bisher viel zu wenige Unternehmen die Erhöhung der sozialen Nachhaltigkeit zum Ziel gesetzt haben.¹²⁰ Dies gilt insbesondere für die mangelnde Absicht der Unternehmen, von ihren Zulieferern die gleichen hohen Standards in sozialer Nachhaltigkeit wie in den eigenen Unternehmen einzu-

¹¹⁵ Vgl. Anisul Huq, F., Stevenson, M., Zorzini, M., 2014, S. 627.

¹¹⁶ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 268.

¹¹⁷ Bei den sechs Unternehmen handelt es sich um die internationalen Konzerne *Levi Strauss*, *Nike*, *Gap*, *C&A*, *Hennes & Mauritz* sowie *WE*. Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 263f.

¹¹⁸ Vgl. Kolk, A., Van Tulder, R., 2002, S. 268.

¹¹⁹ Vgl. Pedersen, E. R., Andersen, M., 2006, S. 233.

¹²⁰ Vgl. Campbell, J., 2007, S. 946.

fordern. Hinzu kommt, dass die Indikatoren nur prüfen, ob Unternehmen solche Richtlinien zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit entlang der gesamten Supply Chain aufweisen, dabei aber nicht kontrollieren können, inwieweit diese Vorgaben an die Lieferanten durch die jeweiligen Organisationen auch überwacht und dokumentiert werden. Daher kann nicht endgültig festgestellt werden, inwieweit die Angaben der Unternehmen auch ihrem Verhalten in der Praxis entsprechen. Zudem müssen die bei der Auswertung der Hypothesen 1 und 2 aufgetretenen ungenügenden Angaben zu dem *Employee Health & Safety Progress Surveys*-Indikator kritisch hinterfragt werden.¹²¹ So gibt insgesamt nur eine sehr geringe Zahl der Unternehmen an, Umfragen oder alternative Messinstrumente zu nutzen, um die Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter in der gesamten Supply Chain nachzuweisen. Dies zeigt einerseits, wie gering das Gebiet des Nachhaltigkeits-Controllings im Bereich der gesamten Wertschöpfungskette bisher entwickelt zu sein scheint, andererseits können die fehlenden Werte auch darauf hindeuten, dass Unternehmen sich grundsätzlich lieber komplett enthalten, bevor sie eingestehen, einen Indikator sozialer Nachhaltigkeit nicht erfüllen zu können.

6 Fazit

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass der Fokus auf soziale Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen aktuell auf einem sehr hohen Niveau liegt. Diese Anforderungen werden bisher allerdings noch in viel zu geringem Ausmaß an alle weiteren Akteure entlang der vorgelagerten Supply Chain weitergegeben. Mit der Unterstützung des Top-Managements und der notwendigen strategischen Position der Beschaffungsabteilung innerhalb des Unternehmens muss daher an einer Integration der Zulieferer in die Implementierungsprozesse gearbeitet werden. Somit hat es Priorität, einerseits sozial verantwortungsvolle Komponenten einzukaufen und andererseits die Etablierung einer nachhaltigen Kultur bei allen Zulieferern und wiederum deren Zulieferern zu forcieren. Eine gegenseitige technologische Unterstützung sowie das Aufteilen von Risiken und Gewinnen zwischen allen Akteuren ist in diesem Zusammenhang ebenfalls notwendig. Doch auch staatliche Institutionen stehen in der Verantwortung. Ihre Aufgabe ist es, eine strikte Gesetzgebung sowie ein stabiles institutionelles Umfeld zu gewährleisten. In Kombination mit einer hohen Sensibilität der Konsumenten für nachhaltige Produkte und entsprechende Kaufentscheidungen können auf diese Weise die idealen Rahmenbedingungen für erfolgreiche Nachhaltigkeitsaktivitäten von Unternehmen entstehen.

¹²¹ Vgl. beispielhaft Anlage 2: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2008 und Anlage 4: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2008.

7 Anhang

Anlage 1: Länderklassifikation

	Weltbank	UNO	IWF	UNDP
ABU DHABI	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
AUSTRALIA	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
AUSTRIA	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
BELGIUM	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
BRAZIL	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
CANADA	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
CHILE	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
CHINA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
COLOMBIA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
CZECH REPUBLIC	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
DENMARK	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
DUBAI	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
EGYPT	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
FINLAND	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
FRANCE	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
GERMANY	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
GREECE	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
HONG KONG	high-income economies	developing economies		very high human development
HUNGARY	high-income economies	developed economies	emerging and developing economies	very high human development
INDIA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
INDONESIA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
IRELAND	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
ISRAEL	high-income economies	developing economies		very high human development
ITALY	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
JAPAN	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
KUWAIT	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
LUXEMBOURG	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
MALAYSIA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
MEXICO	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
MOROCCO	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
NETHERLANDS	high-income economies	developed economies	advanced	very high human development

	mies	nomies	economies	lopment
NEW ZEALAND	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
NORWAY	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
PHILIPPINES	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
POLAND	high-income economies	developed economies	emerging and developing economies	very high human development
PORTUGAL	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
QATAR	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
RUSSIA	high-income economies	economies in transition	emerging and developing economies	high human development
SAUDI ARABIA	high-income economies	developing economies	emerging and developing economies	very high human development
SINGAPORE	high-income economies	developing economies	advanced economies	very high human development
SOUTH AFRICA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	medium human development
SOUTH KOREA	high-income economies	developing economies	advanced economies	very high human development
SPAIN	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
SRI LANKA	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
SWEDEN	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
SWITZERLAND	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
TAIWAN	high-income economies	developing economies		
THAILAND	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
TURKEY	middle-income economies	developing economies	emerging and developing economies	high human development
UNITED KINGDOM	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development
UNITED STATES	high-income economies	developed economies	advanced economies	very high human development

Anlage 2: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2008

		Schwellen- und Entwicklungsländer			
		Nein		Ja	
		Anzahl	Anzahl der Spalten (%)	Anzahl	Anzahl der Spalten (%)
Employee Relations Policy Elements	Nein	1371	82,9%	167	93,3%
	Ja	282	17,1%	12	6,7%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Human Rights Policy Elements	Nein	1139	68,9%	146	81,6%
	Ja	514	31,1%	33	18,4%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Employee Health & Safety Policy Elements	Nein	1117	67,6%	136	76,0%
	Ja	536	32,4%	43	24,0%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%

Employee Relations Code of Conduct	Nein	1488	90,0%	173	96,6%
	Ja	165	10,0%	6	3,4%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Human Rights Code of Conduct	Nein	1372	83,0%	165	92,2%
	Ja	281	17,0%	14	7,8%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Employee Health & Safety Code of Conduct	Nein	1400	84,7%	167	93,3%
	Ja	253	15,3%	12	6,7%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Human Rights Breaches Contractor	Nein	1408	85,2%	149	83,2%
	Ja	245	14,8%	30	16,8%
	Gesamt	1653	100,0%	179	100,0%
Community/Policy 2	Nein	175	11,3%	50	28,9%
	Ja	1370	88,7%	123	71,1%
	Gesamt	1545	100,0%	173	100,0%
Employee Health & Safety Progress Surveys	Nein	1913	99,6%	379	99,7%
	Ja	8	,4%	1	,3%
	Gesamt	1921	100,0%	380	100,0%

Anlage 3: Häufigkeitsverteilung der Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie

			Industrie		Gesamt
			Automobiles & Auto Parts	Textiles & Apparel	
Jahr	2008	Anzahl	74	29	103
		% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
	2009	Anzahl	74	29	103
		% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
	2010	Anzahl	74	29	103
		% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
	2011	Anzahl	74	29	103
		% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
	2012	Anzahl	74	29	103
		% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%

2013	Anzahl	74	29	103
	% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
2014	Anzahl	74	29	103
	% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	518	203	721
	% innerhalb von Jahr	71,8%	28,2%	100,0%

Anlage 4: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2008

		Industrie			
		Automobiles & Auto Parts		Textiles & Apparel	
		Anzahl	Anzahl der Spalten (%)	Anzahl	Anzahl der Spalten (%)
Employee Relations Policy Elements	Nein	50	84,7%	14	53,8%
	Ja	9	15,3%	12	46,2%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Human Rights Policy Elements	Nein	37	62,7%	8	30,8%
	Ja	22	37,3%	18	69,2%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Employee Health & Safety Policy Elements	Nein	39	66,1%	11	42,3%
	Ja	20	33,9%	15	57,7%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Employee Relations Code of Conduct	Nein	54	91,5%	16	61,5%
	Ja	5	8,5%	10	38,5%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Human Rights Code of Conduct	Nein	44	74,6%	12	46,2%
	Ja	15	25,4%	14	53,8%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Employee Health & Safety Code of Conduct	Nein	49	83,1%	14	53,8%
	Ja	10	16,9%	12	46,2%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Human Rights Breaches Contractor	Nein	46	78,0%	19	73,1%
	Ja	13	22,0%	7	26,9%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Community/Policy 2	Nein	8	13,6%	5	19,2%
	Ja	51	86,4%	21	80,8%
	Gesamt	59	100,0%	26	100,0%
Employee Health & Safety Pro-	Nein	73,0%	100,0%	28,0%	100,0%

gress Surveys	Ja	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Gesamt	73,0%	100,0%	28,0%	100,0%

Anlage 5: Verarbeitete Fälle aus der Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer

Fälle					
Gültig		Fehlende Werte		Insgesamt	
N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
2173	80,8%	515	19,2%	2688	100,0%

Anlage 6: Verarbeitete Fälle aus der Kategorie der Industrieländer

Fälle					
Gültig		Fehlende Werte		Insgesamt	
N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
12201	89,3%	1463	10,7%	13664	100,0%

Anlage 7: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Schwellen- und Entwicklungsländer

	Korrelation zwischen Wertevektoren			
	Community/ Policy 2	Employee Relations Policy Elements	Human Rights Policy Elements	Employee Health & Safety Policy Elements
Community/Policy 2	1,000	,141	,327	,310
Employee Relations Policy Elements	,141	1,000	,423	,475
Human Rights Policy Elements	,327	,423	1,000	,557
Employee Health & Safety Policy Elements	,310	,475	,557	1,000

Anlage 8: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für die Kategorie der Industrieländer

	Korrelation zwischen Wertevektoren			
	Community/ Policy 2	Employee Relations Policy Elements	Human Rights Policy Elements	Employee Health & Safety Policy Elements
Community/Policy 2	1,000	,138	,205	,189
Employee Relations Policy Elements	,138	1,000	,575	,575
Human Rights Policy Elements	,205	,575	1,000	,625
Employee Health & Safety Policy Elements	,189	,575	,625	1,000

Anlage 9: Verarbeitete Fälle von Unternehmen aus der Automobilindustrie

Fälle					
Gültig		Fehlende Werte		Insgesamt	
N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
491	94,8%	27	5,2%	518	100,0%

Anlage 10: Verarbeitete Fälle von Unternehmen aus der Textilindustrie

Fälle					
Gültig		Fehlende Werte		Insgesamt	
N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
196	96,6%	7	3,4%	203	100,0%

Anlage 11: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für Unternehmen aus der Automobilindustrie

	Korrelation zwischen Wertevektoren			
	Community/ Policy 2	Employee Relations Policy Elements	Human Rights Policy Elements	Employee Health & Safety Policy Elements
Community/Policy 2	1,000	,172	,340	,308
Employee Relations Policy Elements	,172	1,000	,424	,538
Human Rights Policy Elements	,340	,424	1,000	,659
Employee Health & Safety Policy Elements	,308	,538	,659	1,000

Anlage 12: Ähnlichkeitsmatrix ausgewählter Indikatoren für Unternehmen aus der Textilindustrie

	Korrelation zwischen Wertevektoren			
	Community/ Policy 2	Employee Relations Policy Elements	Human Rights Policy Elements	Employee Health & Safety Policy Elements
Community/Policy 2	1,000	,303	,544	,588
Employee Relations Policy Elements	,303	1,000	,656	,602
Human Rights Policy Elements	,544	,656	1,000	,654
Employee Health & Safety Policy Elements	,588	,602	,654	1,000

Anlage 13: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Schwellen- und Entwicklungsländern sowie Industrieländern für das Jahr 2014

		Schwellen- und Entwicklungsländer			
		Nein		Ja	
		Anzahl	Anzahl der Spalten (%)	Anzahl	Anzahl der Spalten (%)
Employee Relations	Nein	1347	75,7%	282	85,7%
Policy Elements	Ja	433	24,3%	47	14,3%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Human Rights	Nein	885	49,7%	187	56,8%
Policy Elements	Ja	895	50,3%	142	43,2%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Employee Health & Safety	Nein	978	54,9%	217	66,0%
Policy Elements	Ja	802	45,1%	112	34,0%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Employee Relations	Nein	1454	81,7%	294	89,4%
Code of Conduct	Ja	326	18,3%	35	10,6%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Human Rights	Nein	1230	69,1%	271	82,4%
Code of Conduct	Ja	550	30,9%	58	17,6%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Employee Health & Safety	Nein	1246	70,0%	264	80,2%
Code of Conduct	Ja	534	30,0%	65	19,8%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Human Rights Breaches Contractor	Nein	1580	88,8%	252	76,6%
	Ja	200	11,2%	77	23,4%
	Gesamt	1780	100,0%	329	100,0%
Community/Policy 2	Nein	102	6,1%	62	20,2%
	Ja	1563	93,9%	245	79,8%
	Gesamt	1665	100,0%	307	100,0%
Employee Health & Safety	Nein	1936	99,2%	381	99,2%
Progress Surveys	Ja	16	,8%	3	,8%
	Gesamt	1952	100,0%	384	100,0%

Anlage 14: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2011

		Industrie			
		Automobiles & Auto Parts		Textiles & Apparel	
		Anzahl	Anzahl der Spalten (%)	Anzahl	Anzahl der Spalten (%)
Employee Relations	Nein	62	83,8%	15	51,7%

Policy Elements	Ja	12	16,2%	14	48,3%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Human Rights	Nein	35	47,3%	10	34,5%
Policy Elements	Ja	39	52,7%	19	65,5%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Employee Health & Safety Policy Elements	Nein	45	60,8%	11	37,9%
	Ja	29	39,2%	18	62,1%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Employee Relations	Nein	64	86,5%	17	58,6%
Code of Conduct	Ja	10	13,5%	12	41,4%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Human Rights	Nein	51	68,9%	14	48,3%
Code of Conduct	Ja	23	31,1%	15	51,7%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Employee Health & Safety Code of Conduct	Nein	54	73,0%	16	55,2%
	Ja	20	27,0%	13	44,8%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Human Rights Breaches Contractor	Nein	57	77,0%	22	75,9%
	Ja	17	23,0%	7	24,1%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Community/Policy 2	Nein	7	9,5%	6	20,7%
	Ja	67	90,5%	23	79,3%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%
Employee Health & Safety Progress Surveys	Nein	74	100,0%	29	100,0%
	Ja	0	0,0%	0	0,0%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%

Anlage 15: Vergleich sozialer Nachhaltigkeitsindikatoren zwischen Unternehmen aus der Automobil- und Textilindustrie für das Jahr 2014

		Industrie			
		Automobiles & Auto Parts		Textiles & Apparel	
		Anzahl	Anzahl der Spalten (%)	Anzahl	Anzahl der Spalten (%)
Employee Relations	Nein	55	78,6%	15	55,6%
	Ja	15	21,4%	12	44,4%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Human Rights	Nein	27	38,6%	9	33,3%
	Ja	43	61,4%	18	66,7%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Employee Health & Safety Policy Elements	Nein	34	48,6%	11	40,7%
	Ja	36	51,4%	16	59,3%

	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Employee Relations	Nein	58	82,9%	16	59,3%
Code of Conduct	Ja	12	17,1%	11	40,7%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Human Rights	Nein	42	60,0%	13	48,1%
Code of Conduct	Ja	28	40,0%	14	51,9%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Employee Health & Safety Code of Conduct	Nein	46	65,7%	15	55,6%
	Ja	24	34,3%	12	44,4%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Human Rights Breaches Contractor	Nein	55	78,6%	21	77,8%
	Ja	15	21,4%	6	22,2%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Community/Policy 2	Nein	8	11,4%	6	22,2%
	Ja	62	88,6%	21	77,8%
	Gesamt	70	100,0%	27	100,0%
Employee Health & Safety Progress Surveys	Nein	73	98,6%	26	89,7%
	Ja	1	1,4%	3	10,3%
	Gesamt	74	100,0%	29	100,0%

8 Literaturverzeichnis

- Ahmed, A.; McQuaid, R. W. (2005): Entrepreneurship, management, and sustainable development, in: *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 1. Jg, 2005, Nr. 1, S. 6–30.
- Andersen, M.; Skjoett-Larsen, T. (2009): Corporate social responsibility in global supply chains, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 14. Jg., 2009, Nr. 2, S. 75–86.
- Anisul Huq, F.; Stevenson, M.; Zorzini, M. (2014): Social sustainability in developing country suppliers, in: *International Journal of Operations & Production Management*, 34. Jg., 2014, Nr. 5, S. 610–638.
- Arnold, D. G.; Hartmann, L. P. (2005): Beyond sweatshops: Positive deviancy and global labour practices, in: *Business Ethics: A European Review*, 14. Jg., 2005, Nr. 3, S. 206–222.
- Ashby, A.; Leat, M.; Hudson-Smith, M. (2012): Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 17. Jg., 2012, Nr. 5, S. 497–516.
- Abländer, M. S.; Roloff, J. (2010): Endangering social and economic sustainability: Supplier management in the automobile industry, in: *International Journal of Sustainable Strategic Management*, 2. Jg., 2010, Nr. 3, S. 1–33.

- Awaysheh, A.; Klassen, R. D. (2010): The impact of supply chain structure on the use of supplier socially responsible practices, in: *International Journal of Operations & Production Management*, 30. Jg., 2010, Nr. 12, S. 1246–1268.
- Baden, D. A.; Harwood, I. A.; Woodward, D. G. (2009): The effect of buyer pressure on suppliers in SMEs to demonstrate CSR practices, in: *European Management Journal*, 27. Jg., 2009, Nr. 6, S. 429–441.
- Bai, C.; Sarkis, J. (2010): Green supplier development: analytical evaluation using rough set theory, in: *Journal of Cleaner Production*, 18. Jg., 2010, Nr. 12, S. 1200–1210.
- Bansal, P. (2005): Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development, in: *Strategic Management Journal*, 26. Jg., 2005, Nr. 3, S. 197–218.
- Bartley, T. (2005): Corporate Accountability and the Privatization of Labor Standards: Struggles over Codes of Conduct in the Apparel Industry, in: *Politics and the Corporation*, 14. Jg., 2005, S. 211–244.
- Beske, P.; Seuring, S. (2014): Putting sustainability into supply chain management, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 19. Jg., 2014, Nr. 3, S. 322–331.
- Bondy, K.; Matten, D.; Moon, J. (2004): The Adoption of Voluntary Codes of Conduct in MNCs: A Three-Country Comparative Study, in: *Business and Society Review*, 109. Jg., 2004, Nr. 4, S. 449–477.
- Boström, M. (2015): The Promise and Limits of Private Power, in: *Journal of Cleaner Production*, 107. Jg., 2015, S. 162–163.
- Burchielli, R., et al. (2009): The FairWear Campaign, in: *Journal of Business Ethics*, 90. Jg., 2009, Nr. S4, S. 575–588.
- Campbell, J. L. (2007): Why would corporations act in socially responsible ways? An institutional theory of corporate social responsibility, in: *Academy of Management Review*, 32. Jg., 2007, Nr. 3, S. 946–967.
- Ciliberti, F. et al. (2009): Codes to coordinate supply chains: SMEs' experiences with SA8000, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 14. Jg., 2009, Nr. 2, S. 117–127.
- Cody, J. (2015): How labor manages productivity advances and crisis response: A comparative study of automotive manufacturing in Germany and the US, in: *Working Paper*, 32. Jg., 2015, S. 1–51.
- Collins, D. (2004): Five levees for improving ethical performance, in: *Strategic Finance*, 88. Jg., 2004, S. 19–21.

- Dobers, P.; Halme, M. (2009): Corporate social responsibility and developing countries, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 16. Jg., 2009, Nr. 5, S. 237–249.
- Egels-Zandén, N. (2007): Suppliers' Compliance with MNCs' Codes of Conduct: Behind the Scenes at Chinese Toy Suppliers, in: *Journal of Business Ethics*, 75. Jg., 2007, Nr. 1, S. 45–62.
- Egels-Zandén, N. et al. (2014a): Do Codes of Conduct Improve Worker Rights in Supply Chains? A Study of Fair Wear Foundation, in: *Journal of Cleaner Production* 2014a, S. 1–35.
- Elkington, J. (1998): Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st-Century Business, in: *Environmental Quality Management*, 8. Jg., 1998, Nr. 1, S. 37–51.
- Erwin, P. M. (2011): Corporate Codes of Conduct - The effects of code content and quality on ethical performance, in: *Journal of Business Ethics*, 99. Jg., 2011, Nr. 4, S. 535–548.
- Gopal, P.; Thakkar, J. (2016): Sustainable supply chain practices An empirical investigation on Indian automobile industry, in: *Production Planning & Control*, 27. Jg., 2016, Nr. 1, S. 49–64.
- Hoang, D. (2010): Does Compliance with Codes of Conduct Make Workers Better Off? A Study at Three Garment Factories in Vietnam, in: *Proceedings of the 11th EBEN Research Conference 2010*, S. 86–99.
- Jiang, B. (2009a): The effects of interorganizational governance on supplier's compliance with SCC, in: *Journal of Operations Management*, 27. Jg., 2009a, Nr. 4, S. 267–280.
- Jiang, B. (2009b): Implementing Supplier Codes of Conduct in Global Supply Chains, in: *Journal of Business Ethics*, 85. Jg., 2009b, Nr. 1, S. 77–92.
- Kaufman, A., et al. (2004): Implementing Voluntary Labour Standards and Codes of Conduct in the Thai Garment Industry, in: *Journal of Corporate Citizenship* 2004, Nr. 13, S. 91–99.
- Kolk, A.; Van Tulder, R. (2002): The Effectiveness of Self-regulation: Corporate Codes of Conduct and Child Labour, in: *European Management Journal*, 20. Jg., 2002, Nr. 3, S. 260–271.
- Koplin, J.; Seuring, S.; Mesterharm, M. (2006): Incorporating Sustainability into Supply Management in the Automotive Industry – The Case of the Volkswagen AG, in: *Journal of Cleaner Production*, 15. Jg., 2006, Nr. 11-12, S. 1053–1062.
- Krause, D. R.; Vachon, S.; Klassen, R. D. (2009): Special Topic Forum on Sustainable Supply Chain Management: Introduction and Reflections on the Role of

- Purchasing Management, in: Sustainable Supply Chain Management, 45. Jg., 2009, Nr. 4, S. 18–25.
- Labuschagne, C.; Brent, A. C.; Van Erck, Ron P.G. (2004): Assessing the sustainability performances of industries, in: Journal of Cleaner Production, 13. Jg., 2004, Nr. 4, S. 373–385.
- Leire, C.; Mont, O. (2010): The Implementation of Socially Responsible Purchasing, in: Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 17. Jg., 2010, S. 27–39.
- Lerberg Jorgensen, A.; Steen Knudsen, J. (2006): Sustainable competitiveness in global value chains: How do small Danish firms behave? in: Corporate Governance: The international journal of business in society, 6. Jg., 2006, Nr. 4, S. 449–462.
- Lim, S.-J.; Phillips, J. (2008): Embedding CSR Values: The Global Footwear Industry's Evolving Governance Structure, in: Journal of Business Ethics, 81. Jg., 2008, Nr. 1, S. 143–156.
- Locke, R. (2013): The Promise and Limits of Private Power: Promoting Labor Standards in a Global Economy, 1. Auflage, New York 2013.
- Locke, R.; Amengual, M.; Mangla, A. (2009): Virtue out of Necessity? Compliance, Commitment, and the Improvement of Labor Conditions in Global Supply Chains, in: Politics & Society, 37. Jg., 2009, Nr. 3, S. 319–351.
- Locke, R., et al. (2007): Beyond Corporate Codes of Conduct: Work Organization and Labour Standards at Nike's Suppliers, in: International Labour Review, 146. Jg., 2007, Nr. 1-2, S. 21–37.
- Lund-Thomsen, P. (2008): The Global Sourcing and Codes of Conduct Debate: Five Myths and Five Recommendations, in: Development and Change, 39. Jg., 2008, Nr. 6, S. 1005–1018.
- Maignan, I.; Hillebrand, B.; McAllister, D. (2002): Managing Socially-Responsible Buying: How to Integrate Non-Economic Criteria into the Purchasing Process, in: European Management Journal, 20. Jg., 2002, Nr. 6, S. 641–648.
- Maloni, M. J.; Benton, W. C. (2000): Power Influences in the Supply Chain, in: Journal of Business Logistics, 21. Jg., 2000, Nr. 1, S. 49–73.
- Maloni, M. J.; Brown, M. E. (2006): Corporate Social Responsibility in the Supply Chain: An Application in the Food Industry, in: Journal of Business Ethics, 68, Jg. 2006, Nr. 1, S. 35–52.
- Mamic, I. (2005): Managing Global Supply Chain: The Sports Footwear, Apparel and Retail Sectors, in: Journal of Business Ethics, 59. Jg., 2005, Nr. 1-2, S. 81–100.

- Miemyczyk, J.; Johnsen, T. E.; Macquet, M. (2012): Sustainable purchasing and supply management: a structured literature review of definitions and measures at the dyad, chain and network levels, in: *Supply Chain Management: An International Journal*, 17. Jg., 2012, Nr. 5, S. 478–496.
- Mitnick, B. (2000): Commitment, revelation, and the testament of belief: The metrics of measurement of corporate social performance, in: *Business & Society*, 39. Jg., 2000, Nr. 4, S. 419–456.
- Mont, O.; Kogg, B.; Leire, C. (2010): *Sustainable Business Practices in Supply Chains: Experiences From Swedish Companies*, Delft 2010.
- Müller, M.; Stölzle, W. (2016): Socially responsible supply chains: A distinct avenue for future research, in: *Supply Management Research 2016*, S. 121–151.
- Nijhof, A., et al. (2003): Measuring the Implementation of Codes of Conduct. An Assessment Method Based on a Process Approach of the Responsible Organisation, in: *Journal of Business Ethics*, 45. Jg., 2003, Nr. 2, S. 65–78.
- Oehmen, J., et al. (2010): Supplier code of conduct–state-of-the-art and customisation in the electronics industry, in: *Production Planning & Control*, 21. Jg., 2010, Nr. 7, S. 664–679.
- Oka, C. (2010): Channels of Buyer Influence and Labor Standard Compliance: The Case of Cambodia's Garment Sector, in: *Advances in Industrial and Labor Relations*, 17. Jg., 2010, S. 153–183.
- Pearson, R.; Seyfang, G. (2001): New Hope or False Dawn? Voluntary Codes of Conduct, Labour Regulation and Social Policy in a Globalizing World, in: *Global Social Policy*, 1. Jg., 2001, Nr. 1, S. 49–78.
- Pedersen, E. R.; Andersen, M. (2006): Safeguarding corporate social responsibility (CSR) in global supply chains: How codes of conduct are managed in buyer-supplier relationships, in: *Journal of Public Affairs*, 6. Jg., 2006, Nr. 3-4, S. 228–240.
- Prieto-Carrón, M. (2006): Corporate Social Responsibility in Latin America, in: *Journal of Corporate Citizenship*, 21. Jg., 2006, S. 85–94.
- Prieto-Carrón, M. (2008): Women Workers, Industrialization, Global Supply Chains and Corporate Codes of Conduct, in: *Journal of Business Ethics*, 83. Jg., 2008, Nr. 1, S. 5–17.
- Roberts, S. (2003): Supply Chain Specific? Understanding the Patchy Success of Ethical Sourcing Initiatives, in: *Journal of Business Ethics*, 44. Jg., 2003, S. 159–170.

- Sarkis, J.; Helms, M. M.; Hervani, A. A. (2010): Reverse Logistics and Social Sustainability, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17. Jg., 2010, Nr. 6, S. 337–354.
- Sethi, S. P., et al. (2011): Mattel, Inc.: Global Manufacturing Principles (GMP) - A Life-Cycle Analysis of a Company-Based Code of Conduct in the Toy Industry, in: *Journal of Business Ethics*, 99. Jg., 2011, Nr. 4, S. 483–517.
- Seuring, S.; Müller, M. (2008): From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management, in: *Journal of Cleaner Production*, 16. Jg., 2008, Nr. 15, S. 1699–1710.
- Somers, M. J. (2001): Ethical Codes of Conduct and Organizational Context: A Study of the Relationship Between Codes of Conduct, Employee Behavior and Organizational Values, in: *Journal of Business Ethics*, 30. Jg., 2001, Nr. 2, S. 185–195.
- Strand, R.; Freeman, R. E.; Hockerts, K. (2015): Corporate Social Responsibility and Sustainability in Scandinavia: An Overview, in: *Journal of Business Ethics*, 127. Jg., 2015, Nr. 1, S. 1–15.
- The United Nations (2016): *World Economic Situation and Prospects*, New York 2016.
- Thomson Reuters Corporation (2015b): *Thomson Reuters Corporate Responsibility Indices*, New York 2015.
- Toffel, M. W.; Short, Jodi, L.; Ouellet, M. (2015): Codes in Context: How States, Markets, and Civil Society Shape Adherence to Global Labor Standards, in: *Regulation and Governance* (forthcoming), 9. Jg., 2015, Nr. 3, S. 1–37.
- Welford, R.; Frost, S. (2006): Corporate Social Responsibility in Asian Supply Chains, in: *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13. Jg., 2006, Nr. 3, S. 166–176.
- World Commission on Environment and Development (1987): *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, London 1987.

Mobility in Logistics & Business Models

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Logistics & Business Models

Prof. Dr. Niels Biethahn

Institut für Automobil Forschung (im RIF e.V.) und Professor für Unternehmenssteuerung und Projektleiter für das Thema Automotive Management, BITS Business and Information Technology School GmbH, Reiterweg 26b, 58535 Iserlohn, n.biethahn@automobil-forschung.org

Viele Geschäftsmodelle im Bereich der Mobilität müssen immer mehr als Folge von Trends und disruptiven Veränderungen an neue Gegebenheiten angepasst werden. Diesen Veränderungen widmen sich die Beiträge des diesjährigen Panels „Mobility in Logistics & Business Modells“.

Der erste Beitrag *Konzeption einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft* von Frau Melanie Beck untersucht die Fragestellung nach der Zusammensetzung und den Beteiligungsmöglichkeiten einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft im Rahmen von öffentlich-privaten Partnerschaften (ÖPP) und damit den Veränderungen von Geschäftsmodellen im Bereich des Neu- und Ausbaus von Autobahnen. Seit dem Jahr 1994 können private Unternehmen im Rahmen von ÖPP-Projekten solche Aufgaben übernehmen. In Fachkreisen ist der Einsatz klassischer ÖPP umstritten. Schon im Jahr 2013 hat der Bundesrechnungshof in einem Gutachten auf finanzielle Risiken für den Bund hingewiesen und die Vorteilhaftigkeit von ÖPP im Gesamten angezweifelt. Ein weiterer Kritikpunkt an ÖPP-Projekten besteht darin, dass die Verfahren die finanziellen Möglichkeiten von mittelständischen Bauunternehmen häufig überschreiten. Die Folge davon ist, dass sich mehr oder weniger ein Oligopol von wenigen, weltweit agierenden Bauunternehmen herausgebildet hat, die in der Lage sind, an Ausschreibungen für solche Projekte teilzunehmen.

Trotz dieser Kritik sind aktuell immer noch 11 Projekte mit mehr als 600 km Autobahn, also ca. 5 Prozent des deutschen Autobahnnetzes, ausgeschrieben. Deshalb untersucht Frau Beck in ihrem Forschungsvorhaben, ob sich Infrastrukturgenossenschaften unter Einbezug von regionalen Stakeholdern nicht eignen, die Vorteile der ÖPP (Einbindung Wirtschaft, finanzielle Entlastung des Bundes) mit den Vorteilen der Regionalität zu verbinden. In dem vorliegenden Artikel wird analysiert, welche Stakeholder bei dem Aufbau der Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft in Betracht zu ziehen sind und konkret, wie die juristischen Organe einer solchen Infrastruktur zu besetzen sind. Dazu führte Frau Beck 22 Experteninterviews durch. Die Ergebnisse dieser Interviews wurden wiederum mit der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring ausgewertet und zu verschiedenen Konstrukten zusammengefasst. Diese neu entwickelten Konstrukte wurden abschließend den Experten zu einer Vergleichsbeurteilung vorgelegt, um die verschiedenen Möglichkeiten der Besetzung

der Gremien zu bewerten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in dem Beitrag vorgestellt.

Ein wesentliches Problem für Entscheider in Unternehmen besteht darin, ob sich der Einsatz ausgewählter „moderner“ Technologien lohnt. Ein Beispiel zur Lösung dieser Schwierigkeit zeigen die Autoren Frau Dr. Schubert, Herr Dr. Wehinger und Herr Weiß in dem Artikel *Mobility Strategies in a Globalised World – the Blockchain Canvas*.

In der Einleitung wird zunächst auf die zwei Haupttrends Globalisierung und Digitalisierung eingegangen, welche wiederum zu nachhaltigen Veränderungen im Mobilitätssektor führen werden. Diese beiden Trends können zur Folge haben, dass – wie in dem Artikel dargelegt wird – bisherige Erfolgsfaktoren wie Vertrauen und persönlicher Kontakt durch digitale Lösungen und Geschäftsmodelle ersetzt werden. Im Folgenden wird dies anhand der Blockchain-Technologie gezeigt. Diese Technologie ermöglicht die sichere Übertragung von Informationen als auch ausgewählter Vermögenswerte, was wiederum die Aufgabenstellung verschiedener Geschäftsmodelle ist.

Jedoch stellt sich die Frage, für welche Anwendungsfelder sich diese komplexe Technologie eignet. Aus Sicht der Autoren wird diese Frage in der Praxis in der Regel nicht systematisch und dann auch häufig nur technologisch getrieben getroffen. Einen Ansatz zur systematischen Entscheidungsunterstützung wiederum soll die Blockchain-Canvas-Methodik liefern, die in dem vorliegenden Beitrag vorgestellt wird.

Geschäftsmodelle ändern sich nicht nur aus Marktdruck, sondern auch durch veränderte Verhaltensweisen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Ein Beispiel hierfür ist, dass viele Mitarbeiter teilweise zu Hause und mitunter in ihrem Büro in der Firma arbeiten. Doch was sind die Konsequenzen für die Unternehmen? Diesem Thema widmet sich der Beitrag *Increasing mobility of employment relationships and its consequences for performance and motivation* von Henning Tirrel und Prof. Dr. Lothar Winnen. Dabei konzentriert sich der Beitrag auf die Fragestellungen, welche Herausforderungen und Chancen sich für die betroffenen Mitarbeiter aus dieser räumlichen Flexibilität ergeben und welche Faktoren die Motivation oder Leistung dieser erhöhen oder senken. Diese Fragestellungen wurden auf Basis ausgewählter Theorien sowie einer strukturierten Literaturanalyse untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dann in ein Forschungsmodell aggregiert, in dem die Einflüsse zwischen dem mobilen Arbeitsplatz und dem Mitarbeiter in den Kategorien Stresslevel, Work-Life-Balance und Arbeitszufriedenheit und Produktivität dargestellt werden.

Auch im Motorsport verändern sich zurzeit fast disruptiv die Geschäftsmodelle. Diesem Thema widmet sich der Beitrag *Brand Image in Formula E – Interesting*

for Car Manufacturers? von Prof. Dr. Christian Lucas. Der Fokus liegt auf der im Jahr 2014 gegründeten neuen Formel-E-Rennserie der Fédération Internationale de l'Automobile (FIA). Der vorliegende Beitrag untersucht, warum die Unternehmen von anderen Wettbewerben gewechselt sind. Dazu wird zunächst analysiert, warum Automobilhersteller sich im Sponsoring engagieren. Anschließend stellt der Autor in dem vorliegenden Paper die Ergebnisse einer empirischen Studie vor, die das Markenimage von etablierten Rennserien wie der Formel 1 oder der DTM mit neuen wie der Formel-E-Meisterschaft vergleicht. Auf Basis dieser interessanten Ergebnisse erarbeitet Prof. Lucas Management-Implikationen.

Konzeption einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft

Melanie Beck

Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn, Bildungscampus 5, 74076 Heilbronn, melanie.beck@heilbronn.dhbw.de

1	Einführung und Problemstellung.....	105
2	Öffentlich-Private Partnerschaften im Bundesfernstraßenbau	105
3	Forschungsfragen und methodische Vorgehensweise.....	109
4	Empirische Auswertung – diverse Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft.....	112
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	115
6	Literaturverzeichnis	116

Abstract:

Seit der Verabschiedung des Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetzes (FStrPrivFinG) im Jahr 1994 ist es möglich, dass private Unternehmen „Aufgaben des Neu- und Ausbaus von Bundesfernstraßen auf der Grundlage einer Mautgebührenfinanzierung“ übernehmen können. Diese Beteiligung von privaten Unternehmen erfolgt im Rahmen einer Öffentlich-Privaten Partnerschaft (ÖPP) bzw. Public Private Partnership (PPP). Jedoch werden diese sowohl in der Theorie als auch in der Praxis kontrovers diskutiert. Besonders die fehlende Beteiligung der mittelständischen Bauunternehmer wird als Nachteil angeführt. Eine Möglichkeit zur besseren Teilhabe des Baumittelstandes wäre der Zusammenschluss zu einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft. Diese Arbeit untersucht die Zusammensetzung und verschiedenen Beteiligungsmöglichkeiten einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft bei einem ÖPP-Projekt.

JEL Classification: 018, R4

Keywords: Infrastructure Projects, Public-Private-Partnership, Cooperative

1 Einführung und Problemstellung

Aufgrund von unterlassenen Investitionen in der Vergangenheit ist die Verkehrsinfrastruktur in den Industrieländern deutlich in die Jahre gekommen. Das Institut der deutschen Wirtschaft warnt bereits davor, dass die Verkehrsinfrastruktur in Deutschland dabei ist „sich von einem Standortvorteil zu einem Standortproblem zu entwickeln“ (Bardt, Chrischilles, Fritsch et al 2014: S. 20). Dies spiegeln auch die schlechten Zustandsnoten und der geringe Modernitätsgrad der Bundesautobahnen wider (vgl. Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastruktur 2012: S. 11). Erschwerend hinzu kommt eine stetige Zunahme des Personen- und Güterverkehrs, welche zu einer weiteren Belastung der Bundesfernstraßen führt (vgl. Hartwig, Armbrrecht 2005: S. 29 f.). Vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) wird daher ein „Schwerpunkt auf die Erhaltung und den Ausbau des vorhandenen Fernverkehrsnetzes“ gelegt (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a). Im Etatentwurf 2018 und in der Finanzplanung bis 2021 ist aus diesem Grund ein Investitionshoch für die Bundesfernstraßen geplant (vgl. Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmer 2017: S. 6). Jedoch fehlen laut Bundeskanzlerin Angela Merkel geplante bzw. baureife Strecken. Für sie stellt die schnelle Umsetzung von Infrastrukturprojekten eine zentrale Aufgabe der neuen Regierung dar (vgl. Die Bundeskanzlerin 2017). Eine Möglichkeit, um diese Herausforderungen zu meistern, sieht das BMVI in den Öffentlich-Privaten Partnerschaften. Die Kooperation zwischen öffentlicher Hand und einem Privatunternehmen kann Synergien heben, die zu einer schnelleren Verwirklichung der Projekte führen können (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017a).

2 Öffentlich-Private Partnerschaften im Bundesfernstraßenbau

2.1 Definition Öffentlich-Privater Partnerschaften

Öffentlich-Private Partnerschaften (ÖPP) umfassen die vertragliche Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und einem privaten Unternehmen bei der Erfüllung öffentlicher Aufgaben (vgl. Budäus, Grüning 1996: S. 280). Der englische Begriff „Public-Private-Partnership“ (PPP) wird synonym verwendet.¹

Für ÖPP gibt es bisher keine einheitliche Definition, da der Begriff eine Art „unstrukturierter Sammelbegriff“ darstellt, der an bestimmte Prämissen geknüpft ist (vgl. Wissenschaftlicher Beirat der GÖW e.V. 2004: S. 411). Hierbei handelt es sich um einen langfristigen Vertrag, bei dem der private Partner öffentliche Aufgaben übernimmt und sich bei der Finanzierung beteiligt bzw. diese vollständig übernimmt. Eine weitere Bedingung ist die faire Risikoverteilung zwischen der öffentli-

¹ Die Bezeichnung PPP ist im internationalen Kontext üblich, während im deutschen Sprachraum der Begriff ÖPP verbreitet ist.

chen Hand und dem privaten Unternehmen (vgl. Alfen, Fischer 2006: S. 1). Somit zeichnen folgende Besonderheiten ÖPP aus, welche zu einer Erhöhung der Attraktivität der Projekte führen sollen:

- **Lebenszyklusansatz**
Betrachtung sämtlicher Leistungen (Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb evtl. Verwertung) des Projektes während des gesamten Projektlebenszyklus (vgl. Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen 2007: S. 8).
- **Risikoallokation**
Eine optimale Risikoverteilung soll nach dem Risikoverteilungsgrundsatz erfolgen. Dies bedeutet, dass derjenige Partner ein Risiko übernehmen soll, der es am besten beeinflussen kann (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: 2017b).
- **Leistungsabhängige Entlohnung**
Für die Leistungserbringung erhält der private Partner eine qualitäts-, nutzungs- oder verfügbarkeitsabhängige Entlohnung. Durch Bonus- bzw. Malus-Regelungen wird versucht, Optimierungsanreize zu schaffen (vgl. Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen 2007: S. 8).
- **Funktionale Leistungsbeschreibung**
Im Rahmen der Ausschreibung erfolgt eine rein ergebnisorientierte (funktionale) Leistungsbeschreibung. Das bedeutet, es werden nur sogenannte Outputs (Funktion, Qualität, Standards) vorgegeben. Der private Partner kann durch seine eigene konkrete Ausgestaltung Effizienzvorteile realisieren (vgl. Böger, Gerdes 2008: S. 395 f.).

Unter Berücksichtigung der genannten Voraussetzungen kann auf die Definition von Dietrich Budäus zurückgegriffen werden. Dieser definiert ÖPP als eine „dauerhafte Kooperation zwischen öffentlichen Verwaltungsträgern und erwerbswirtschaftlichen Unternehmen zur Erfüllung kommunaler Aufgaben, in die beide Sektoren spezifische Ressourcen (z. B. Kapital, Rechte, Informationen, Know-how) einbringen, um komplementäre oder kongruente Ziele zu erreichen und gleichberechtigt Chancen und Risiken tragen.“ (Budäus 2004: S. 12)

Die Anwendungsbereiche von ÖPP sind vielfältig (vgl. Budäus, Grüb 2007: S. 245 f.). Zu den typischen Bereichen zählen die Errichtung und/oder Betrieb von öffentlichen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Schulen, Justizvollzugsanstalten oder Abfallentsorgung und Energieversorgung sowie Straßen und Tunnel.²

² In Deutschland existiert eine ÖPP-Projekt Datenbank-Plattform, in der alle deutschen ÖPP-Projekte aufgelistet sind: <http://www.oepp-plattform.de/projekt-datenbank/>.

2.2 Öffentlich-Private Partnerschaften im Bundesfernstraßenbau

Mit der Verabschiedung des Fernstraßenbaufinanzierungsgesetzes (FStrPrivFinG) wurde im Jahr 1994 die Möglichkeit geschaffen, Private mit den „Aufgaben des Neu- und Ausbaus von Bundesfernstraßen auf der Grundlage einer Mautgebührenfinanzierung“ (§ 1 Abs. 1 FStrPrivFinG.) zu beteiligen. Diese Aufgaben des Neu- bzw. Ausbaus umfassen den Bau, den Erhalt, den Betrieb und die Finanzierung der Bundesfernstraßen (vgl. § 1 Abs. 2 FStrPrivFinG). Die hoheitlichen Befugnisse verbleiben weiterhin bei der öffentlichen Hand (vgl. l. § 1 Abs. 4 FStrPrivFinG). Die Vergütung basiert auf Mautzahlungen gemäß FStrPrivFinG. Daher stammt die Bezeichnung „F-Modell“ (Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz-Modell). Die ersten beiden Verkehrsinfrastrukturprojekte, die als ÖPP umgesetzt wurden, waren: die Warnowquerung (B105 in Rostock) und der Herrentunnel/Travequerung (B75/104 in Lübeck) (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2107c).

Ein Großteil der ÖPP-Projekte wurde ab dem Jahr 2005 umgesetzt. Hierbei handelt es sich um Projekte, bei denen das private Unternehmen Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung sowie die Finanzierung für eine Vertragslaufzeit von 20–30 Jahren übernimmt.

Die ersten ÖPP-Pilotprojekte für das Bundesfernstraßennetz wurden im Zeitraum von 2005 bis 2009 im Auftrag des BMVI vergeben.³ Diese erste Staffel enthielt vier Projekte mit einer Vertragsstrecke von insgesamt 230 km und einem Bauvolumen von ca. 1,1 Mrd. € (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017d). Die zweite ÖPP-Staffel wurde direkt im Anschluss ins Leben gerufen. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen kam es zu einer Erhöhung der Projektanzahl. Insgesamt handelt es sich hierbei um neun Projekte mit einer Vertragsstrecke von 450 km. Bisher sind noch nicht alle Projekte vergeben (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017e). Die Projekte der ersten und zweiten ÖPP-Staffel enthielten überwiegend Ausbaumaßnahmen. Ende April 2015 wurde die dritte ÖPP-Staffel unter der Bezeichnung „Neue Generation“ vorbereitet. Diese Staffel umfasst elf Projekte mit einer Vertragsstrecke von insgesamt 670 km, Schätzungen zufolge liegt das Bauvolumen bei ca. 7 Mrd. €. (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017f).

Kommt es zu einer vollständigen Vergabe aller geplanten ÖPP-Projekte, handelt es sich um eine Vertragsstrecke von insgesamt ca. 1.280 km. Dies entspricht einem Anteil von 10 % am gesamten deutschen Autobahnnetz. Das bedeutet, dass für die nächsten 20–30 Jahre der Markt deutlich reduziert ist.

³ Ehemals Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).

2.3 Teilnahme bei Öffentlich-Privaten Partnerschaften

Die Vergabe der ÖPP-Projekte erfolgt im Rahmen eines strukturierten Verhandlungsverfahrens. Interessierte Bewerber schließen sich zu Bietergemeinschaften zusammen. Nach einem Auswahlverfahren, bei dem eine Eignungsüberprüfung der Bewerber bezüglich ihrer Fachkunde, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit stattgefunden hat, beginnt das Auftragsverfahren. Die beiden besten Bieter („bevorzugte Bieter“) klären mit dem Auftraggeber Unsicherheiten sowie Vertragsanforderungen in Bezug auf das Projekt. Das wirtschaftlichste Angebot erhält am Ende des Verfahrens den Zuschlag. Diese Bietergemeinschaft wird zu einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand schließt. (Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017g)

Nachfolgende Abbildung zeigt schematisch die Zusammensetzung einer Projektgesellschaft.

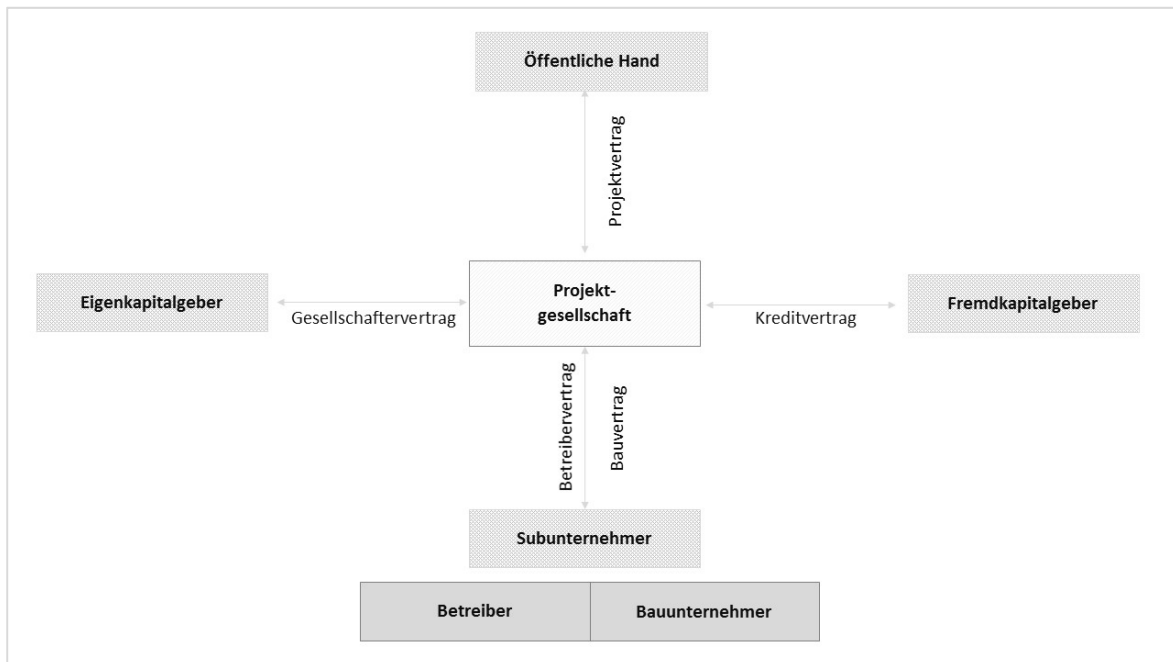


Abbildung 1: Zusammensetzung einer Projektgesellschaft

Eigene Abbildung in Anlehnung an Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement am Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der TU Braunschweig 2016: S. 7.

Die Projektgesellschaft setzt sich zusammen aus Eigenkapital- und Fremdkapitalgeber sowie dem Subunternehmer. In der Vergangenheit schlossen sich große internationale Baukonzerne in unterschiedlichsten Konstellationen zusammen. Hinzukommen als weitere Eigenkapitalgeber Finanzinvestoren, die sich auf Infrastrukturprojekte spezialisiert haben. Die Finanzierung erfolgt klassischerweise über Kreditinstitute bzw. Förderbanken. Mit Bau- und Betreiberverträgen werden die Bauunternehmer und Betreiber als Nachunternehmer in das Projekt einbezogen. (Vgl. Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement am Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der TU Braunschweig 2016: S. 7)

3 Forschungsfragen und methodische Vorgehensweise

3.1 Forschungsfragen

Öffentlich-Private Partnerschaften werden sowohl in der Theorie als auch in der Praxis äußerst kontrovers diskutiert.

Befürworter von ÖPP führen als wichtigstes Argument die Vermeidung unrentabler öffentlicher Infrastrukturinvestitionen an. Der private Partner ist aufgrund seiner Anreize zur Kostenminimierung an einer wirtschaftlichen Bereitstellung von Infrastruktur interessiert. Investitionen, die sich – aus Sicht des privaten Unternehmens – nicht rechnen, werden nicht umgesetzt (vgl. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen 2016: S. 35). Hinzu kommt das Argument der Qualitätssteigerung. Der private Partner ist für den Zustand des Projektes für einen vertraglich definierten Zeitraum verantwortlich. Um Nachbesserungen während der Projektlaufzeit und damit weitere Kosten zu vermeiden, wird von der Beachtung eines hohen Qualitätsstandards beim Bau von ÖPP-Projekten ausgegangen (vgl. ÖPP-Plattform 2017).

Kritiker von ÖPP verweisen auf die Feststellung des Bundesrechnungshofes, dass ÖPP-Projekte kostenintensiv sind, da die Finanzierungskosten des privaten Unternehmens über denen der öffentlichen Hand liegen (vgl. Rechnungshof 2011: S. 16). Hinzu kommen die Renditeerwartungen der institutionellen Investoren. Des Weiteren wird die fehlende Beteiligung mittelständischer Bauunternehmer bei ÖPP-Projekten bemängelt. Deren Mitwirkung „verlagert sich vom direkten Wettbewerb der öffentlichen Ausschreibung auf die nachgeordneten Ebenen der Nachunternehmerleistungen und somit in die Sphäre der Privatwirtschaft“ (Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement am Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der TU Braunschweig 2016: S. 1). Durch diverse Pressemitteilungen über Ereignisse⁴ in der jüngsten Vergangenheit geraten ÖPP-Projekte auch in der Öffentlichkeit in Misskredit (vgl. ZEIT ONLINE 2017).

Durch die Beteiligung einer Genossenschaft an einem ÖPP-Projekt sollen die Nachteile minimiert werden. Das Geschäftsmodell einer Genossenschaft ist nicht primär auf eine Gewinnerzielung ausgerichtet. Die Förderung der Mitglieder steht gemäß § 1 des Genossenschaftsgesetzes im Mittelpunkt. Mitglieder einer Genossenschaft sollen neben den mittelständischen Bauunternehmern auch die Anwohner, Pendler, Unternehmer und Kreditinstitute der Region sein. Für diese würden sich zusätzliche Vorteile bieten. Bei stark stauanfälligen Straßen wird der Verkehr häufig umgeleitet, unter anderem durch einzelne Ortschaften. Für die Anwohner führt dies zu einer zusätzlichen Lärmbelastung. Durch einen Ausbau ließe sich diese Belästigung durch bessere Lärmschutzmaßnahmen reduzieren. Auch für Pendler, Unternehmer

⁴ Zum einen handelt es sich um die drohende Insolvenz des privaten Autobahntreibers A1 mobil, zum anderen um eine Panne im Abrechnungssystem der Lkw-Maut.

und Spediteure ist eine geringe Staudichte von besonderem Vorteil. Zum einen sinkt die psychische Belastung und zum anderen können Waren nun schneller von A nach B transportiert werden. Hinzu kommt, dass eine leistungsfähige Infrastruktur die Standortattraktivität einer Region beeinflusst. Eine funktionsfähige Autobahn kann damit die Attraktivität der jeweiligen Region erhöhen, sodass mehr Menschen dort leben möchten. Dies führt dazu, dass die regionalen Kreditinstitute mehr Kunden bekommen können (vgl. Weidmann, Zajontz, Beck 2016: S. 71 f.).

Ziel der Untersuchung ist es herauszufinden, inwiefern Stakeholder bei dem Aufbau der Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft zu berücksichtigen sind. Dafür müssen zwei Fragen beantwortet werden: zum einen „Wie lassen sich die Organe einer Genossenschaft optimal besetzen“ und zum anderen „Wie kann sich eine Genossenschaft bei einem ÖPP-Projekt beteiligen?“.

3.2 Methodische Vorgehensweise

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden strukturierte Leitfadeninterviews geführt. Um eine freie Antwort zuzulassen, wurden die Fragen offen formuliert. Die Leitfadenstruktur diente einerseits der Orientierung, erhöhte aber andererseits auch die Vergleichbarkeit der Antworten (vgl. Flick 1999: S. 112 ff.) Aufgrund der Komplexität der Thematik kam es zu einer Befragung von Personen, sog. Experten, aus den Bereichen der Verkehrsinfrastruktur insbes. ÖPP und Genossenschaften. Hierbei „tritt die Person des Experten mit ihrer biographischen Motiviertheit in den Hintergrund, stattdessen interessiert der in einen Funktionskontext eingebundene Akteur“ (Meuser, Nagel 2011: S. 58). Die interviewte Person wird dadurch auf ihr Expertentum begrenzt. Diesen Wissensvorsprung besitzt diese hinsichtlich des jeweiligen Forschungsinteresses (vgl. Hoffmann 2005: S. 271). Der Expertenstatus ergibt sich somit nur in Bezug auf die Forschungsfragen und dem privilegierten Zugang zu relevanten Informationen (vgl. Meuser, Nagel 2011: S. 58). Obwohl das Verhalten der Interviewerin den Experten möglicherweise beeinflusst und dies eventuell zu Verzerrungen führen kann (vgl. Klammer 2005: S. 230 ff.), liegt der Vorteil von Experteninterviews in der Vielfältigkeit der Antworten und der Detailliertheit der Erklärungen (vgl. Keuneke 2005: 254 f.). Im Zeitraum von März 2016 bis Juli 2017 wurden insgesamt 22 Experteninterviews geführt, darunter neun Interviews mit Genossenschaftsexperten und 13 mit Experten aus dem Verkehrsinfrastruktursektor. Daher wurden zwei Versionen von Leitfadeninterviews erstellt, die aus zwei Themenkomplexen bestanden. Somit konnten zu Beginn Fragen zum Expertenschwerpunkt gestellt werden und im zweiten Schritt Fragen zur geplanten Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft. In beiden Versionen standen allerdings die Gemeinsamkeiten im Mittelpunkt, was zu gleichlautenden bzw. analogen Fragen führte. Vor dem Beginn des Interviews wurde die Erlaubnis für eine Gesprächsaufzeichnung vom jeweiligen Experten eingeholt, um im Anschluss auf Basis eines

wörtlichen Transkriptes eine Auswertung durchzuführen (vgl. Mayer 2002: 45 f.). Je nach Interviewpartner dauerten die Interviews zwischen 30 und 45 Minuten.

Nachfolgende Tabelle liefert einen Überblick über die geführten Experteninterviews.

	Unternehmen/Einrichtung
Genossenschaft	Baden-Württembergischer Genossenschaftsverband e.V.
	Bayrischer Genossenschaftsverband e.V.
	Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V.
	Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn
	Genossenschaftsverband e.V. Weser-Ems
	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH)
	Raiffeisen Regionalbank Mödling eGen
	Rheinisch-Westfälischer Genossenschaftsverband e.V.
	Wirtschaftsuniversität Wien
Verkehrsinfrastruktur	ACE – Auto Club Europa e.V.
	Bayrischer Bauindustrieverband e.V.
	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
	Bundesvereinigung mittelständischer Bauunternehmer e.V.
	Bündnis 90/Die Grünen-Mitglied im Verkehrsausschuss
	CDU-Mitglied im Verkehrsausschuss
	Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn
	Hauptverband der deutschen Bauindustrie e.V.
	Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr
	Pro Mobilität – Initiative für Verkehrsinfrastruktur e.V.
	SPD -Mitglied im Verkehrsausschuss
	Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft mbH
	Zentralverband Deutsches Baugewerbe

Tabelle 1: Übersicht Experteninterviews

Eigene Abbildung.

Eine Auswertung der Interviews erfolgte mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Dabei wurden diverse Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft erarbeitet. Im zweiten Schritt wurden die Konstrukte den interviewten Experten zur Bewertung vorgelegt. Dadurch wurde jedes Konstrukt nochmals kritisch von den Experten überprüft.

4 Empirische Auswertung – diverse Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft

4.1 Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft

Die geführten Interviews ergaben sechs verschiedene Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft. Folgende Abbildung liefert einen Überblick über die verschiedenen Konstrukte.



Abbildung 2: Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft
Eigene Abbildung.

Die Genossenschaftsform beantwortet die erste Forschungsfrage: „Wie können die Organe einer Genossenschaft optimal besetzt werden?“.

Hierfür gibt es drei Möglichkeiten, deren Bezeichnungen sich an den förderfähigen Mitgliedern⁵ der Genossenschaft orientieren: Unternehmer-, Bauunternehmergenossenschaft und Regionale Genossenschaft.

Eine *Unternehmergenossenschaft* setzt sich zusammen aus dem Unternehmer und Spediteuren der Region als förderfähige Mitglieder und den Anwohnern, Pendlern und regionalen Kreditinstituten als investierende Mitglieder⁶.

Die förderfähigen Mitglieder einer *Bauunternehmergenossenschaft* sind regionale mittelständische Bauunternehmer. Investierende Mitglieder könnten wiederum die Anwohner, Pendler, regionalen Kreditinstitute und Unternehmer der Region sein.

⁵ Förderfähige Mitglieder einer Genossenschaft nutzen aktiv die Leistungen einer Genossenschaft und müssen gemäß § 1 des Genossenschaftsgesetzes eine Förderung erfahren.

⁶ Investierende Mitglieder stellen zusätzliches Kapital durch Zeichnung weiterer Genossenschaftsanteile zur Verfügung. Im Gegenzug erhalten diese eine etwas erhöhte Dividende und geben Mitspracherechte auf.

Eine *Regionale Genossenschaft* unterscheidet nicht zwischen förderfähigen und investierenden Mitgliedern. Die gesamte Region und somit Anwohner, Pendler, regionale Kreditinstitute, Unternehmer und mittelständische Bauunternehmer können der Genossenschaft angehören.

Unabhängig von der Genossenschaftsform haben alle Genossenschaften das gleiche Förderziel: „Die Förderung der Region und des einzelnen durch eine bessere Verkehrsanbindung“. Jedes Mitglied profitiert auf unterschiedliche Weise von der Genossenschaft und dem damit verbundenen Ausbau des definierten Autobahnabschnittes. Diesen Förderauftrag möchte die Genossenschaft durch ihren gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb erreichen, der gemäß ÖPP-Projekt den Ausbau, Erhalt und Betrieb des Autobahnabschnittes umfasst.

Die Antwort auf die zweite Forschungsfrage: „Wie kann sich eine Genossenschaft bei einem ÖPP-Projekt beteiligen?“ liefern die Konstrukt-Typen. Auch hier gibt es wieder drei Möglichkeiten:

- Typ A: Die Genossenschaft schließt sich einem großen internationalen Baukonzern als Eigenkapitalgeber an.
- Typ B: Die Genossenschaft sucht sich einen strategischen Partner in Form eines mittelständischen Bauunternehmers, der bereits erste ÖPP-Erfahrungen auf Konsortiumsebene gesammelt hat.⁷
- Typ C: Die Genossenschaft bleibt eigenständig.

Dadurch ergeben sich folgende sechs Kombinationen:

- Unternehmergenossenschaft Typ A (Eigenkapitalgeber)
- Unternehmergenossenschaft Typ B (Zusammenarbeit mit einem strategischen Partner)
- Bauunternehmergenossenschaft Typ B (Zusammenarbeit mit einem strategischen Partner)
- Bauunternehmergenossenschaft Typ C (Eigenständig)
- Regionale Genossenschaft Typ B (Zusammenarbeit mit einem strategischen Partner)
- Regionale Genossenschaft Typ C (Eigenständig).

4.2 Beurteilung durch die Experten

Die Experten haben nach einer Bewertung der einzelnen Konstrukte bezüglich Kooperationsbereitschaft, Realisierbarkeit, Einbindung regionaler Bauunternehmer und Einbindung der Region ein persönliches Ranking abgegeben. Im Folgenden werden die wichtigsten Pro- und Contra-Punkte der Experten wiedergegeben.

⁷ Bei den bisherigen ÖPP-Projekten waren nur zwei mittelständische Bauunternehmer im Konsortium beteiligt, daher findet eine Ausweitung auf die Bauarbeitsgemeinschaft (Bau-ARGE) statt.

Unternehmergenossenschaft Typ A (Eigenkapitalgeber)

Die Unternehmergenossenschaft Typ A setzt sich zusammen aus Unternehmern und Spediteuren der Region. Interessierte Bürger/innen haben die Möglichkeit, sich als investierende Mitglieder bei der Genossenschaft zu beteiligen. Die Unternehmergenossenschaft und ein großer Baukonzern sind Gesellschafter einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Der Bau und Betrieb des ÖPP-Projektes wird von Subunternehmern durchgeführt. Die Experten befürchten eine Dominanz des Baukonzerns. Ebenso spricht ein hoher Koordinationsaufwand gegen dieses Konstrukt.

Hingegen wird die Möglichkeit, dass die Genossenschaft bei diesem Modell erste Erfahrungen sammeln kann, als positiv bewertet.

Unternehmergenossenschaft Typ B (Strategischer Partner)

Die Unternehmergenossenschaft Typ B setzt sich zusammen aus Unternehmern und Spediteuren der Region. Interessierte Bürger/innen haben die Möglichkeit, sich als investierende Mitglieder bei der Genossenschaft zu beteiligen. Die Unternehmergenossenschaft und ein mittelständisches Bauunternehmen sind Gesellschafter einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Die Bauleistungen werden von regionalen Bauunternehmern durchgeführt, welche über direkte Kooperationsverträge an die Genossenschaft gebunden sind. Die Vielzahl der Beteiligten führt laut Experten zu unklaren Strukturen. Auch die Gefahr einer Prinzipal-Agent-Problematik ist in diesem Konstrukt erkennbar. Jedoch führt die Mittelstandsförderung laut Expertenmeinungen zu einer erhöhten Akzeptanz in der Region.

Bauunternehmergenossenschaft Typ B (Strategischer Partner)

Die Bauunternehmergenossenschaft Typ B setzt sich zusammen aus regionalen Bauunternehmern. Interessierte Bürger/innen sowie Unternehmer und Spediteure haben die Möglichkeit, sich als investierende Mitglieder bei der Genossenschaft zu beteiligen. Die Bauunternehmergenossenschaft und ein mittelständisches Bauunternehmen sind Gesellschafter einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Die Bauleistungen werden von den regionalen Bauunternehmern durchgeführt. Auch hier befürchten die Experten die Dominanz des strategischen Partners, da dieser einen Informationsvorsprung hat. Auch geben einige Experten zu bedenken, dass in diesem Konstrukt Bauunternehmer zu Partnern werden, die ansonsten Konkurrenten sind. Die Mittelstandsförderung und die Möglichkeit, Erfahrungen zu sammeln, werden als vorteilhaft bewertet.

Bauunternehmergenossenschaft Typ C (Eigenständig)

Die Bauunternehmergenossenschaft Typ C setzt sich zusammen aus regionalen Bauunternehmern. Interessierte Bürger/innen sowie Unternehmer und Spediteure haben die Möglichkeit, sich als investierende Mitglieder an der Genossenschaft zu beteiligen. Die Bauun-

ternehmergenossenschaft ist alleinige Gesellschafterin einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Die Bauleistungen werden von regionalen Bauunternehmern durchgeführt. Auch bei diesem Konstrukt bewerten die Experten die Zusammenarbeit bei möglichen Konkurrenten negativ. Hinzu kommen eventuelle Interessenskonflikte. Die einfache Organisation und die regionale Wertschöpfung sind die Vorteile dieser Genossenschaft.

Regionale Genossenschaft Typ B (Strategischer Partner)

Die Regionale Genossenschaft Typ B setzt sich zusammen aus Bürger/innen, Unternehmern und Spediteuren der Region. Die Regionale Genossenschaft und ein mittelständisches Bauunternehmen sind Gesellschafter einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Die Bauleistungen werden von regionalen Bauunternehmern durchgeführt, welche über direkte Kooperationsverträge an die Genossenschaft gebunden sind. Durch die Vielzahl von Beteiligten befürchten die Experten einen hohen Koordinationsaufwand. Jedoch überzeugt dieses Konstrukt durch seine Regionalität. Dies führt laut Experten zu einer höheren Akzeptanz.

Regionale Genossenschaft Typ C (Eigenständig)

Die Regionale Genossenschaft Typ C setzt sich zusammen aus Bürger/innen, Unternehmern und Spediteuren der Region. Die Regionale Genossenschaft ist alleinige Gesellschafterin einer Projektgesellschaft, die einen Projektvertrag mit der Öffentlichen Hand geschlossen hat. Die Bauleistungen werden von regionalen Bauunternehmern durchgeführt. Wie bereits bei der Regionalen Genossenschaft Typ B wird die Vielzahl der Beteiligten kritisch gesehen; auch die fehlende Expertise bemängeln die Experten bei diesem Konstrukt. Allerdings besticht auch diese Genossenschaft durch ihre Regionalität und regionale Wertschöpfung.

Die Mehrheit der Experten sehen bei der Gesamtbeurteilung die Bauunternehmergenossenschaften auf den vorderen Plätzen, danach folgen die Regionalen Genossenschaften und dann erst die Unternehmergenossenschaften. Auch wird die Eigenständigkeit gegenüber weiteren Kooperationen vorgezogen. Somit ergibt sich folgendes Ranking:

- Bauunternehmergenossenschaft Typ C (Eigenständig)
- Bauunternehmergenossenschaft Typ B (Strategischer Partner)
- Regionale Genossenschaft Typ C (Eigenständig)
- Regionale Genossenschaft Typ B (Strategischer Partner)
- Unternehmergenossenschaft Typ B (Strategischer Partner)
- Unternehmergenossenschaft Typ A (Eigenkapitalgeber)

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die diversen Konstrukte einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft stellen unterschiedliche Möglichkeiten dar, wie sich eine Genossenschaft bei ÖPP-Projekten

beteiligen kann. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie die optimale Besetzung einer Genossenschaft aussehen könnte. Dabei wird das Konstrukt einer eigenständigen Bauunternehmergenossenschaft von den befragten Experten präferiert.

Im zweiten Schritt der Forschung ist es nun notwendig herauszufinden, welche Ansprüche die potentiellen Genossenschaftsmitglieder, aber auch die möglichen Kooperationspartner, an die Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft haben. Für die Zusammenarbeit mit einem Baukonzern (Typ A) bieten sich weitere Experteninterviews an. Hier gibt es bisher nur fünf Baukonzerne, die mit ihren Tochterunternehmen bei ÖPP-Projekten in Deutschland beteiligt waren. Von Interesse ist hier zum einen, welche Erfahrungen mit ÖPP-Projekten gemacht wurden und ob Bedarf an einem zusätzlichen Eigenkapitalgeber besteht und zum anderen, welche Erwartungen bzw. Ansprüche an diesen gestellt werden. Als strategischer Partner kommen sechs größere mittelständische Bauunternehmer in Frage. Auch hier sollten Experteninterviews geführt werden, um die Erfahrungen mit ÖPP und die Anforderungen an eine Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft abzuklären. Im letzten Schritt sind in einer quantitativen Umfrage die Belange von Bauunternehmern, Anwohnern, Pendlern, Unternehmern und regionalen Kreditinstituten herauszufinden. Dadurch ist es möglich zu ergründen, welches der sechs verschiedenen Konstrukte tatsächlich interessant ist und sich eventuell umsetzen lässt.

6 Literaturverzeichnis

- Alfen, H. W./Fischer, K. (2006): Der PPP-Beschaffungsprozess, in: Weber, M./Schäfer, M./Hausmann, F. L. (Hrsg.): Praxishandbuch Public Private Partnership, Verlag C.H. Beck, München, S. 1–84.
- Bardt, H./Chrischilles, E./Fritsch, M. et al. (2014): Infrastruktur zwischen Standortvorteil und Investitionsbedarf, Köln.
- Böger, T./Gerdes, E. (2008): Die Bereitstellung von Straßeninfrastruktur in Deutschland, in: Meyer-Hofmann, B./Riemenschneider, F./Weihrauch, O. (Hrsg.): Public Private Partnership. Gestaltung von Leistungsbeschreibung, Finanzierung, Ausschreibung und Verträgen in der Praxis. 2. Aufl., Carl Heymanns, Köln, S. 395–406.
- Budäus, D. (2004): Public Private Partnership – Ansätze, Funktionen, Gestaltungsbedarfe. In: Gesellschaft für öffentliche Wirtschaft (Hrsg.), Public Private Partnership: Formen – Risiken – Chancen, Berlin, S. 9–22.
- Budäus, D./Grüb, B. (2007): Public Private Partnership: Theoretische Bezüge und praktische Strukturierung, in: Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen: ZögU/Journal for Public and Nonprofit Services, 30. Jahrg., H. 3 (2007), pp. 245–272.

- Budäus, D./Grüning, G. (1996): Public Private Partnership: Notwendigkeit und Ansatz einer begrifflichen Strukturierung, in: Verwaltung und Management, Vol. 2, No. 5 (1996), pp. 278–282.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017a): Öffentlich Private Partnerschaften im Bundesfernstraßenbau (ÖPP), online: <http://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Strasse/OEPP-Bundesfernstrassenbau/oepp-bundesfernstrassenbau.html>, abgerufen am 04.12.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017b): Risikoverteilung bei Öffentlich-Privaten Partnerschaften – einige Beispiele, online: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einleitung-05-risikoverteilung.html>, abgerufen am 21.08.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017c): Die F-Modell-Projekte, online: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-einzelprojekte-f-modell.html>, abgerufen am 21.08.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017d): ÖPP-Projekte der 1. Staffel (A-Modell), online: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-projekte-1-staffel-a-modell.html>, abgerufen am 04.12.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017e): ÖPP-Projekte der 2. Staffel, online: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-projekte-der-2-staffel.html?nn=12830>, abgerufen am 04.12.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017f): ÖPP - Neue Generation, online: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-neue-generation.html>, abgerufen am 04.12.2017.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017g): Wie läuft Vergabeverfahren ab? online: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-wie-laeuft-vergabeverfahren-ab.html?nn=216352>, abgerufen am 04.12.2017.
- Bundesvereinigung Mittelständischer Bauunternehmer (2017): Sitzung des BVMB-Arbeitskreises Straße/Brücke, Teilnehmerunterlagen vom 28. November 2017.
- Die Bundeskanzlerin (2017): Merkel würdigt schnelle ICE-Strecke, Video-Podcast der Bundeskanzlerin #40/2017 veröffentlicht am 02.12.2017, https://www.bundeskanzlerin.de/Content/DE/Podcast/2017/2017-12-02-Video-Podcast/links/download-PDF.pdf?__blob=publicationFile&v=4, https://www.bundeskanzlerin.de/Content/DE/Podcast/2017/2017-12-02-Video-Podcast/links/download-PDF.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 04.12.2017.
- Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. Januar 2006 (BGBl. I S. 49), das durch Artikel 20 des Gesetzes vom 14. August 2017 (BGBl. I S. 3122) geändert worden ist.

- Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (2007): Leitfaden „Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei PPP-Projekten“.
- Flick, U. (1999): Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung und Psychologie und Sozialwissenschaften, Reinbek.
- Genossenschaftsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2230), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2541) geändert worden ist.
- Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen 2016: Chancen und Risiken Öffentlich-Privater Partnerschaften 02/2016.
- Lehrstuhl für Infrastruktur- und Immobilienmanagement am Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der TU Braunschweig 2016: Bericht zum Forschungsvorhaben „ÖPP-Infrastrukturprojekte und Mittelstand“ Auftraggeber: Zentralverband Deutsches Baugewerbe.
- Keuneke, S. (2005): Qualitatives Interview, in Mikos, L. /Wegener, C. (Hrsg.): Qualitative Medienforschung. Ein Handbuch, Konstanz.
- Klammer, B. (2005): Empirische Sozialforschung. Eine Einführung für Kommunikationswissenschaftler und Journalisten, Konstanz.
- Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung (2012): Bericht der Kommission. Berlin.
- Hartwig K.-H./Armbrecht, H. (2005): Volkswirtschaftliche Effekte unterlassener Infrastrukturinvestitionen. Berlin.
- Hoffmann, D. (2005): Experteninterview, in: Mikos L./Wegener C. (Hrsg.): Qualitative Medienforschung. Eine Einführung, Konstanz.
- Mayer, H. (2002): Interview und schriftliche Befragung. Entwicklung, Durchführung und Auswertung, München, Wien.
- Mayring, P. (1999): Einführung in die qualitative Sozialforschung, Weinheim.
- Meuser, M./Nagel, U. (2011): Experteninterview, in: Bohnsack, R./Marotzki, W./Meuser, M. (Hrsg.): Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung. Opladen, 3., durchges. Auflage.
- ÖPP-Plattform 2017: ÖPP-Vorurteile und Urteile, online: <http://www.oepp-plattform.de/hochbau/themen-hochbau/oepp-vorurteile-und-urteile/>, abgerufen am 04.12.2017.
- Rechnungshof (2011): Gemeinsamer Erfahrungsbericht zur Wirtschaftlichkeit von ÖPP-Projekten, Wiesbaden.
- Weidmann, O./Zajontz, Y./Beck, M. (2016): ÖPP-Modell unter Beteiligung einer Verkehrsinfrastrukturgenossenschaft – Eine alternative Realisierungsmöglich-

keit des Autobahnausbaus am Beispiel der A 6 in: Hohenheimer Genossenschaftsforschung S. 60–65.

Wissenschaftlicher Beirat der GÖW e.V. (2004): Positionspapier des wissenschaftlichen Beirats der Gesellschaft für öffentliche Wirtschaft zu Public Private Partnership, in: Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen: ZögU/Journal for Public and Nonprofit Services Bd. 27, H. 4 (2004), pp. 410–414.

Mobility Strategies in a globalised World – the Blockchain Canvas

Dr. Katharina Schubert, Dr. Jan Wehinger, Lukas Weiß

MHP Management- und IT-Beratung GmbH

1	Introduction.....	121
2	Two major trends in the mobility sector.....	121
3	The era of networks is changing the mobility sector.....	123
4	Introducing blockchain technology	127
5	Making the right decision with the Blockchain Canvas.....	130
6	Summary and conclusion.....	134
7	References.....	135

Abstract:

Globalization and digitalization – without a doubt these are two megatrends that will massively influence and change the development of many industries in the near future. Certainly, the implications for the mobility sector will be greatest due to the complexity of the corresponding logistics processes: already complex supply chains will evolve into digital supply networks. Not only new partners will play a role in this process, but also information must be transmitted in a multidirectional and automated way, regardless of the material flows. This imminently results in an exponential increase in the number of transactions made, which means that analogue mapping and documentation becomes not only more inefficient, but impossible. Blockchain is a promising technology to meet these challenges. Clearly, blockchain technology has unique strengths with regards to cryptocurrencies, smart contracts, and even internet of value. But especially with private blockchains, upon closer inspection, it turns out to be the second best solution, if any. In order to distinguish between these cases which are part of the blockchain hype and those in which blockchain is really the best approach, the so-called Blockchain Canvas by MHP has been developed.

JEL classifications: F02, L62, L14

Keywords: Mobility Strategies; Globalization; Digital Supply Networks; Digitalization

1 Introduction

Two major trends are going to form the business world in the next years and decades. The ongoing shift from regional to global business relations, called globalization, as well as the transformation from an analogous into a digital world will have an impact on businesses in various sectors. One sector of high relevance is the mobility sector. Already today this sector is subject to constant change. Aspects like electromobility, autonomous driving and completely new possible means of transport are shaping this sector rapidly. These changes will not only affect individuals – businesses will have to develop new solutions to keep up and stay competitive. Within the mobility sector logistics processes play a major role. Globalization has led to supply chain relations between companies all over the world. In the future, digitalized supply chains will form highly complex and competitive networks. There is a growing need for the automated transfer of information which often needs to be separated from the flow of materials. Due to this development the number of transactions will incline exponentially. Nowadays the analogous display and documentation of information flows already lead to inefficiencies in supply chains. A possible solution could be the use of a distributed ledger technology called blockchain. Within a blockchain not only information can be stored and transferred but also any form of valuable object. The hype around this technology has led to the misunderstanding that blockchain technology is a panacea for everything. Persons responsible in companies often forget that this technology only represents one possible solution to their problems and challenges. Due to this common misunderstanding it is of utmost importance to clearly identify where the use of blockchain technology makes sense and where a different solution might be better. In this paper a Blockchain Canvas will be introduced, which should give companies a guideline and facilitate their decision making. Therefore this canvas focusses on the identification of specific applications within present and future problem areas in which the use of the blockchain technology is most suitable.

2 Two major trends in the mobility sector

In the next years the mobility sector will be affected by two major trends – globalization and digitalization. Globalization of the business world is nothing new. With the development of the internet as a completely new platform for the exchange of information and as a new tool for communication, cross-border cooperations between companies became a lot easier in the last two decades. Nowadays successful companies can not only focus on their regional or national markets but rather have to satisfy global market demands. Highly complex supply chains including numerous companies in different countries and cultures as well as time and climate zones are the result of this development.

The second trend describes the shift from an analogous business world into a digital one. Paper-based processes will belong to the past. The automation of processes and the interconnection between machines will sustainably transform the business world. The efficient management of data flows along supply chains will play a significant role for the success of companies in the mobility sector.

The following four-field matrix illustrates how different characteristics of the two trends globalization and digitalization influence each other.

digital	<ul style="list-style-type: none"> • Mistrust about data • Few well-known Partners • New Business Models • Less Personal Contacts • ‘Digital’ Intermediaries 	<ul style="list-style-type: none"> • Mistrust • Many unknown Partners • New Business Models • No Personal Contacts • ‘Digital’ Intermediaries • Expensive Transactions
analogous	<ul style="list-style-type: none"> • Trust • Few well-known Partners • Personal Relationships • Local Intermediaries 	<ul style="list-style-type: none"> • Less Trust • Many Partners • Rare Personal Contacts • Global Intermediaries
	regional	global

Figure 1: Characteristics of regional, global, analogous, and digital supply chains

In regional company networks with analogous processes attributes like trust and personal relationships play an important role. In those networks companies normally operate with a few well-known partners and it is common to use local intermediaries, like e.g. nearby banks. On the contrary digitalized companies which operate on a regional basis rather tend to distrust when it comes to their data. Although, these companies are having few well-known partners, too, their relationships are significantly less personal due to the usage of digitalized processes. Since focusing on digitalization they try to develop new business models and prefer to employ digital intermediaries rather than traditional ones.

Companies with analogous processes which operate on a global level engage with many different business partners. This leads to less trust and rare personal contacts because of greater distances. For global transactions and services these companies also focus on global intermediaries. It becomes evident that globalization necessitates digitalization in a way.

Digitalized companies with global business networks operate with many unknown partners. The level of distrust in these relationships is high because there is hardly any personal contact between these partners. Digital intermediaries are used for huge numbers of transactions. Because of different currencies and country-specific

laws many boundaries need to be overcome so that transactions tend to be rather costly and time-consuming.

The ongoing trend towards a globalized and digitalized business world has many implications for companies in the mobility sector. Regarding the four-field matrix there will be a shift to the upper right-hand side of the matrix. Now more than ever, companies need to concentrate on their global customers. This will only be possible if companies understand what their customers need. Strong digital processes and services are essential to compete in this rapidly evolving environment. The following paragraph shows specific examples for how the mobility sector is changing.

3 The era of networks is changing the mobility sector

3.1 Classical supply chain vs. Digital supply network

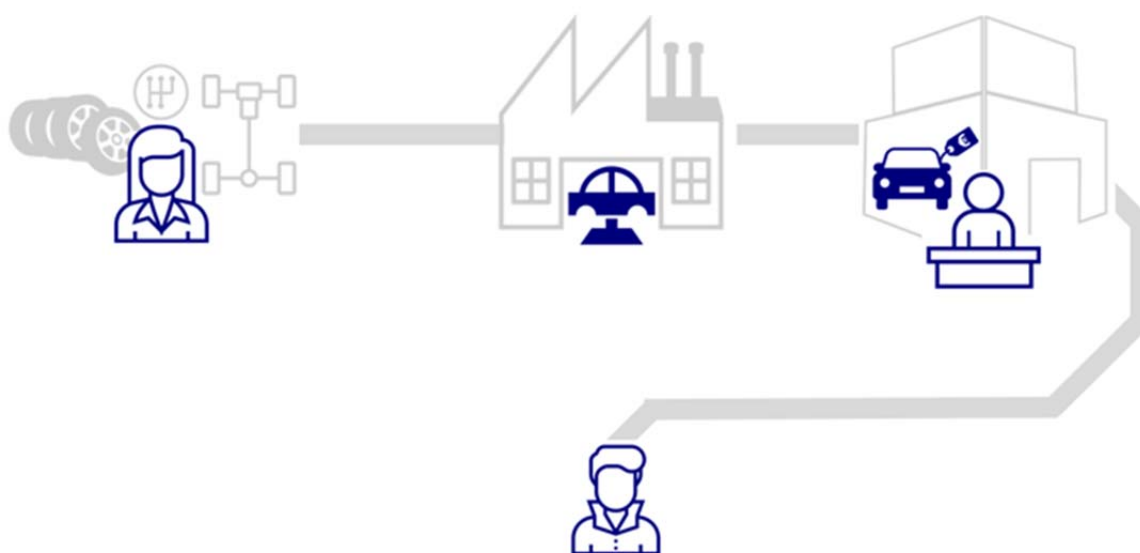


Figure 2: Classical Supply Chain

The classical supply chain typically involves few well-known stakeholders and a limited number of tiers. In this case we picture a supply chain in the mobility sector with a central company (OEM), one upstream supplier (tier 1 supplier), one downstream car dealer (tier 1 customer) and the final customer (tier 2 customer).

Within this classical supply chain, information and material is flowing downstream starting from the first tier supplier to the OEM and then from the OEM to the car dealer and finally to the customer. In this supply chain there exists only a bilateral exchange of information and material between the immediate downstream partner.

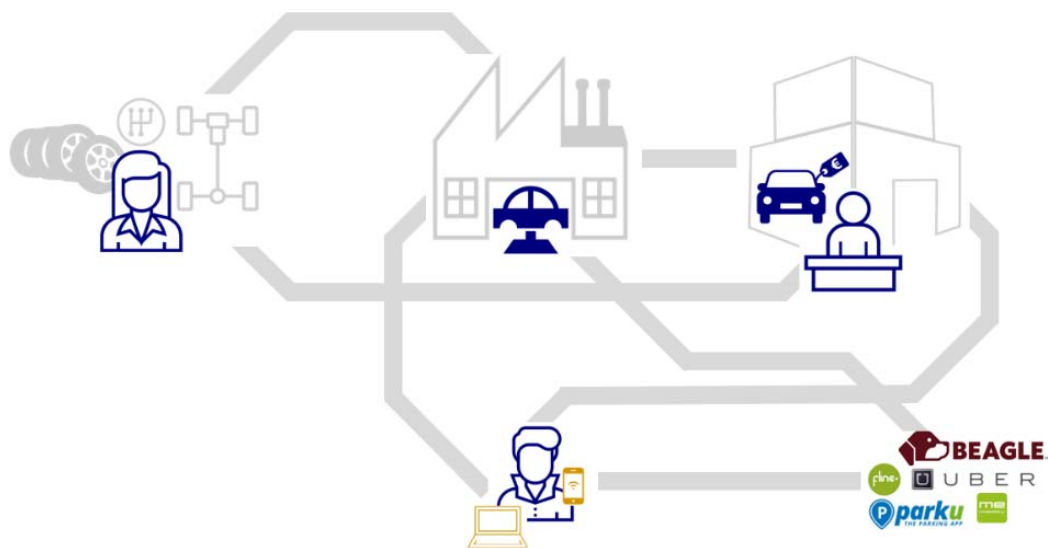


Figure 3: Digital Supply Network

This common limitation leads to inefficiencies regarding the responsiveness and flexibility of classical supply chains [Lummus et al. 2003]. So called supply chain visibility describes to which degree different actors in a supply chain have access to information and to share these information [Barratt et al. 2007]. Due to the missing interaction and information sharing of the stakeholders, supply chain visibility is limited in the classical supply chain.

Progressive globalization and digitalization of companies has led to a profound change in the way how supply chains work in the future. Already today digital supply networks shape the way of how companies interact in the mobility sector. New players have extended the possibilities that customers have. New digital services like ride sharing via smartphone (e.g. Uber¹) and digital parking spot locators (e.g. parku²) already have strong impacts on the common business models in the mobility sector. Though, new players are no traditional competitors for OEMs as well as suppliers and dealers at all. Based on new digital solutions they are able to disrupt traditional markets in no time. Traditional market participants will only survive by integrating and adapting these game changing companies and business models. In digital supply networks a constant exchange of information between all stakeholders is implemented. Customers demand products and services tailored to their specific needs which can be changed within minutes. Direct data exchange via state-of-the-art information technology allows customers to directly interact with other stakeholders.

¹ <https://www.uber.com/>

² <https://parku.com/>

3.2 Car owners and non-car owners with mobility demand vs. Ride & Car Sharing Services

In the past non-car owners with a demand for mobility typically used public transport like buses, cabs, or the train. There was no possibility for non-car owners to spontaneously connect with car owners who e.g. wanted to share a ride.

Due to the emergence of digital services on smartphones etc. car owners and non-car owners now have the possibility to directly contact each other.

Platforms like Uber, Lyft³ or Blablacar⁴ have changed what it means to be mobile completely. The above mentioned service providers use the property of individuals to conduct their services.



Figure 4: Car owners and non-car owners with mobility demand

They only provide an online platform for the user but do not own e.g. a physical fleet of cars. This kind of individual property sharing describes what is meant by the term ‘sharing economy’ and will play an important role in the mobility sector of the future.

3.3 Used car dealers vs. Used car online platforms

Another good example to illustrate how networks change the mobility sector are used car dealerships.

³ <https://www.lyft.com/>

⁴ <https://www.blablacar.de/>



Figure 5: Used car dealer

The traditional business model of used car dealerships was to buy a car from someone for a certain price and then sell this car to someone else for a higher price. The used car dealer acted as an intermediary between the original seller and the new buyer of the car.

Today this business model still exists but there are also new and innovative ways how seller and buyer can directly interact with each other. Online platforms like mobile.de⁵ or ebay motors⁶ enable individuals to directly contact each other without any physical middlemen. Buyers can search specifically for certain attributes the new car should have via digital media staying at home.

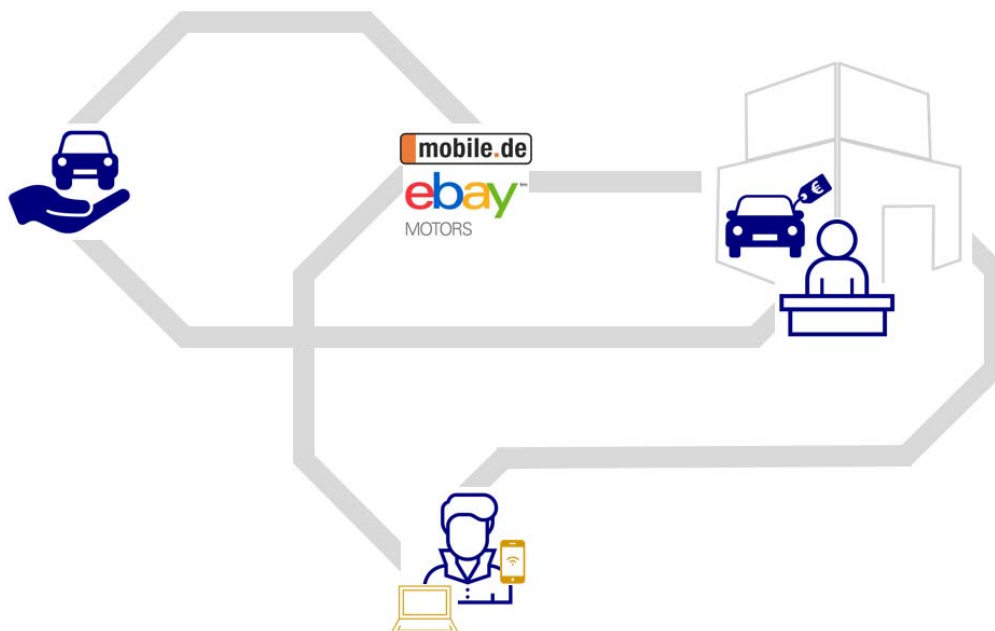


Figure 6: Used car online dealer

⁵ <https://www.mobile.de/>

⁶ <https://www.ebay.de/motors>

The mentioned examples show that the mobility sector is constantly changing and will be marked by new gamechanging influences. Globalization and digitalization bring new challenges to businesses. To stay competitive, companies need to adjust traditional mobility strategies. New partners and new intermediaries conquer the market and contend with established but already overstrained intermediaries. Innovative and cost-efficient B2B as well as B2C platforms compete with traditional stakeholders along the value chain. The digital representations of property make it no longer necessary to get in personal contact with other individuals, e.g. through physical dealerships. This development leads to increased anonymity and results in business relationships with less or no trust. Data is becoming more and more valuable and companies start to use data as a currency.

4 Introducing blockchain technology

The previous chapters have shown that the mobility sector is subject to extensive change. Upcoming challenges like less personal contact and less trust due to the use of digital intermediaries, the need for automated information exchange in every part of the value chain, or the growing value of data have put a newly emerging technology into the foreground – the blockchain technology. The hype about this technology has led to the misunderstanding that blockchain is a panacea for the majority of problems that deal with transactions and intermediaries. In this chapter, we describe what blockchain is and what it is not. Based on this evaluation we developed the Blockchain Canvas to facilitate the decision making process whether to use or not to use this technology as solution approach for present and upcoming challenges.

4.1 What is blockchain?

The blockchain technology belongs to the distributed ledger technologies. A distributed ledger is a decentralized database where the users work together to reach an agreement about the validity of the shared data. This is exactly what a blockchain does. Consequently every blockchain is a distributed ledger. Blockchains are composed of several blocks of data. Since this attribute is not necessary for a distributed ledger, not every distributed ledger is a blockchain [van de Velde et al. 2016].

Blockchains are considered as being irreversible and incorruptible. For the first time this technology allows to reach a consensus between individuals for a specific transaction without the necessity of a third party [Wright & Filippi 2015]. A system like this has the big advantage that neither trust in a central entity nor trust between the single parties of the transaction is required [Nakamoto 2008]. In fact all users act as a collective middleman as they administer their matter in a distributed database. Besides data, every kind of private property can be registered and digitally represented on a blockchain [Wright & Filippi 2015].

The following figure is showing a blockchain network and the stacking of single blocks schematically.

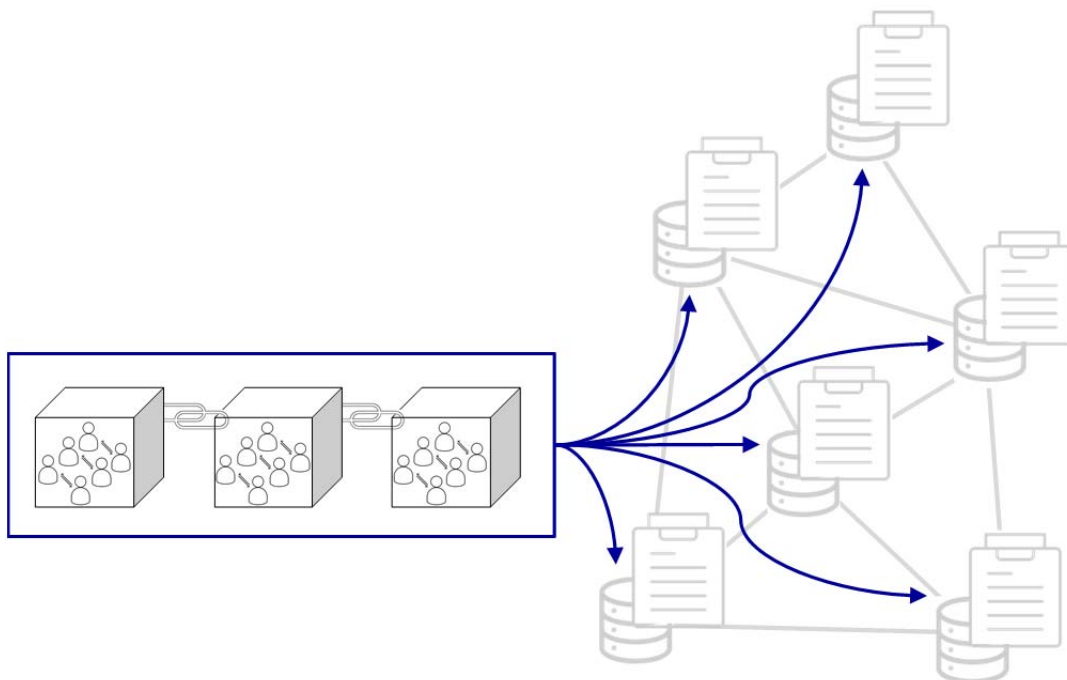


Figure 7: Blockchain network and blocks

Users of a blockchain are described as nodes. As can be seen in figure 8, every node in the network holds a complete history of every single transaction ever conducted in this particular blockchain [Froystad & Holm 2015]. Every transaction within a blockchain network will be encoded and grouped into blocks which also will be encoded. Different mechanisms exist for the validation of the transactions within the blocks depending on what kind of blockchain is applied. Special nodes⁷ create blocks that are validated by decision of majority. The target of all these consensus mechanisms is to validate the transactions within a block and to add the block irreversibly to the existing chain.

In general, blockchains can be divided into private and public blockchains. Private blockchains are maintained by a specific amount of users [Brühl 2017]. Hence only certain users are authorized to be part of this network, this kind of blockchain is also called a permissioned blockchain. On the contrary, public blockchains are called permissionless because every individual can be part of the network [Peters & Gareth 2015]. The most famous examples of public blockchains are Bitcoin⁸, known for the corresponding cryptocurrency, and Ethereum⁹, mainly known as a platform for creating smart contracts.

⁷ Wich nodes are the ‘special’ ones and thus, those creating new blocks depends on the characteristics of the consensus mechanism chosen.

⁸ <https://bitcoin.org/>

⁹ <https://www.ethereum.org/>

4.2 What is blockchain not?

In the previous subchapter we described the main characteristics of the blockchain technology. In the following we want to give an insight into the limitations of the technology and explain why it is not a panacea for every transaction-related problem.

The first and probably most popular misunderstanding is that blockchain is equal to Bitcoin. As mentioned before Bitcoin is the name for a cryptocurrency based on the blockchain protocol as the central authentication and verification technology for the safe transfer of currencies in a network of unknown users [Morabito 2017]. Furthermore blockchains neither operate in real-time, nor do they operate without redundancies. Due to the consensus mechanisms which are necessary for the creation and validation of blocks, transactions take their time. For instance, in the Bitcoin network the creation of an additional block, containing up to 500 transactions, takes ten minutes on average and even one hour until guaranteed as being safe [Zhao et al. 2016]. This does not imply that every consensus mechanism features the same disadvantages as the one used in the Bitcoin blockchain. Especially in private blockchains there are many alternatives for different consensus mechanisms.

Besides the before mentioned points every single node in the blockchain network has to keep a copy of the whole blockchain. This means that each user has to provide huge amounts of storage space [Zheng et al. 2016]. Another disadvantage of blockchains is their massive consumption of energy. To rapidly solve the complicated mathematical algorithms miners need significant amounts of computing power. This makes blockchains costly and unsustainable. Lastly due to their distributed and pseudonymous nature, blockchains are not adjustable by the state and therefore pose a big legal question mark [Wright & Filippi 2015].

Thinking in relative terms, the mentioned disadvantages mostly relate to the original blockchain concept which was introduced in 2008.¹⁰ Nevertheless, regarding public blockchains, this concept is the only concept which has proven to be ready for the market until today.

To overcome the disadvantages two different directions of development can be identified. On the one hand, new, more efficient consensus mechanisms are developed and integrated into the existing blockchain protocol. A pioneer in this stream is Ethereum which planned to change the consensus mechanism within their existing blockchain protocol for month by a hard fork. Obviously, now also the respective Ethereum team is struggling. The lengthy announced hard fork was shortly cancelled and the team is now planning having an initial coin offering instead and a new currency and a rebranding is in order as well [Buntinx 2018]. On the other

¹⁰ The original blockchain concept was introduced by [Nakamoto 2008].

hand, an increasing number of providers leave the former blockchain protocol behind and develop their own distributed ledgers which work more efficient. However, most of these ideas are still in their testing phase. Iota¹¹ with its innovative new quantum-proof protocol, known as the Tangle, is the most promising provider here.

5 Making the right decision with the Blockchain Canvas

Blockchain technology itself, formerly hidden behind cryptocurrencies as Bitcoin, is hyped unprecedentedly since 2016¹². Since then countless startups, projects, and initiatives using blockchain for the most diverse use cases in different branches have been established. The majority has died in the meantime, only few are profitable and/or useful so far. But why? As described before blockchain is not a panacea at all, but a highly specialized technology, a niche solution, if you like. Therefore, its usage which is costly and a long-term decision should be considered very well prior to its launch.

Even or rather even more in the fields of new evolving technologies, processes and business models should always be reviewed with a problem focus and open minded to the most diverse solutions.

Technology-based application searching for a certain technology will – in the most cases – only be the second best solution for a given problem or – even worse – not address the core problem at all. Frequently, this approach results in senseless products and services.

To avoid expensive mistakes being made because of the continuing blockchain hype MHP developed a practical framework, the Blockchain Canvas, for both identifying ‘real’ blockchain applications and validating the ones already existing¹³. Working with the Canvas is rather simple.

As known from its popular relative, the Business Modell Canvas developed by Alexander Osterwalder [Osterwalder & Pigneur 2010] as a tool to describe, think through, and check business models, the single fields of the Blockchain Canvas have to be filled in by answering core questions. As mentioned before first of all the relevance of the problem in regard to the blockchain technology has to be described and understood. That means the characteristics of the problem need to be checked against the central blockchain advantages.

¹¹ <https://iota.org/>

¹² For example, the blockchain technology itself was first mentioned in 2016 in gartner’s hypecycle (see [Gartner 2016]). Former blockchain was reduced to cryptocurrencies (see [Gartner 2015]).

¹³ Even application cases that are still in an idea or conceptual stadium, of course.

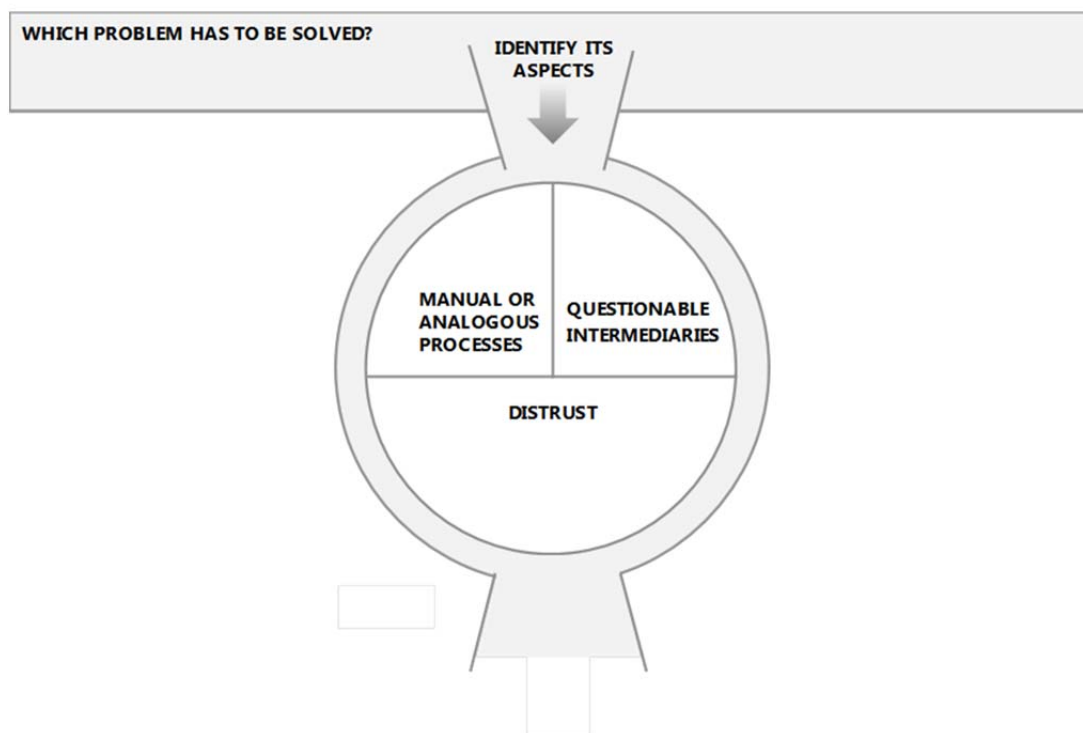


Figure 8: Blockchain Canvas – Step 1 – Understanding the problem

In order to do this there are three main questions to answer:

- Are there questionable intermediaries? (Intermediaries who slow down processes (bottlenecks) or pose a big risk (single point of failure))
- Are there processes executed analogue and/or manual because of security issues? (Processes or transactions which are meant to be secure only when not digital)
- Are there risks or is there an information deficit because of distrust in a distributed network? (Because participants are afraid of information leakages or misuse of information without having a centralized trusted entity)

If all three questions are denied blockchain is most likely not the best solution. If problems arise due to distrust in a decentralized network the possibility of installing a central trusted entity, a so called intermediary, should be explored. Although, the contrary is pretended extensively these days a central trusted authority is most cost and time efficient in the majority of cases. If there is no possibility to centralize the network or the minimum of one of the other questions is approved, blockchain seems to be a good solution at first sight.

Depending on the problem focused there is no universal right way to fill in the canvas. Focusing on removing intermediaries the right side of the canvas would be the one to fill in first. It has to be defined which partners would transact peer to peer in a first step. Do these partners need to have different roles, rights, and responsibilities with regards to reading, writing and building blocks? Secondly it has to be considered, if a public or a private blockchain should be used. This is a critical issue

because in case of choosing a private blockchain somebody needs to be taking decisions about who can access the network and who cannot. Having a central authority for granting access contradicts the original blockchain concept and might lead to new intermediary-related problems.

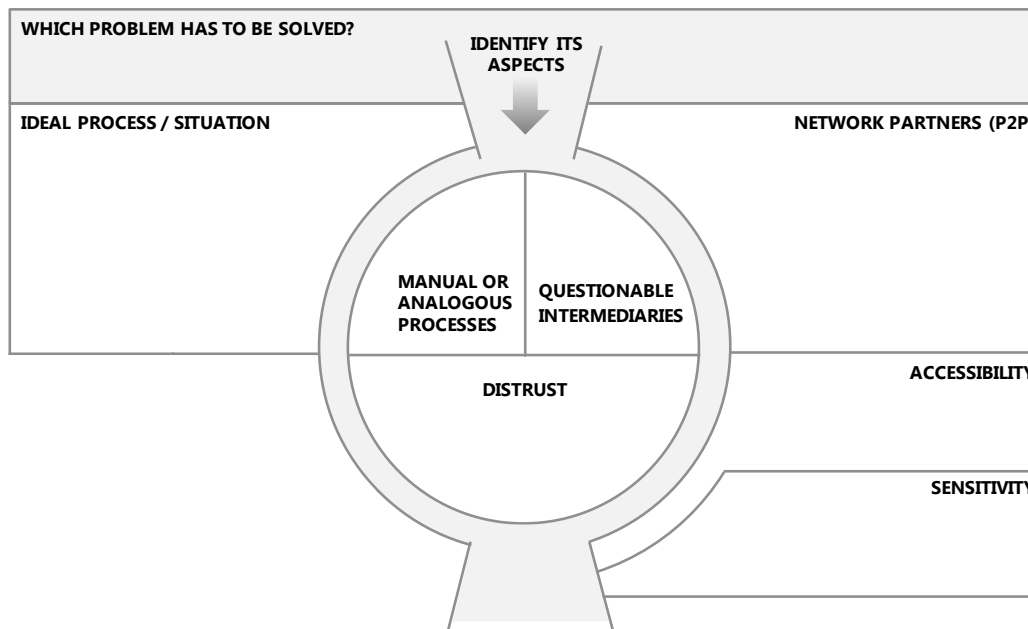


Figure 9: Blockchain Canvas – Step 2: Conceptualizing the network

Concentrating mainly on distrust in decentralized networks, sensitivity of information should be questioned carefully. Is it really necessary to encode it cryptographically? Is it important to register transactions chronologically and irreversible? If not, a traditional distributed database with an extensive role-rights concept might be an alternative.

Focusing on processes or transactions which are executed analogue and/or manual because of security issues the automated, ideal version should be drawn. Critical security aspects need to be highlighted and reflected especially with regard to blockchain's general core advantages:

- Transparent and irreversible history of transactions
- Cryptographically encoded data
- Pseudonyms to protect the identity of peers, if needed
- No single point of failure

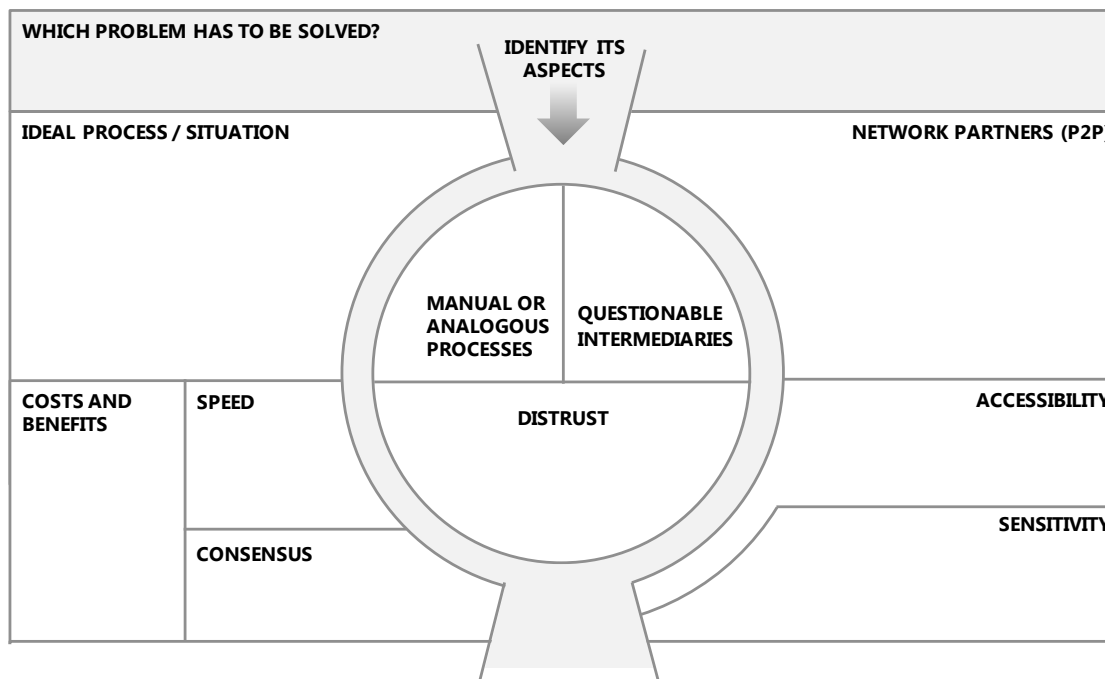


Figure 10: Blockchain Canvas – Step 3: Selecting the right blockchain type

Having completed step 1 and step 2 a well-based decision whether or not blockchain is the ideal solution concept can be taken.

Finally, to choose the right consensus mechanism, existing speed and scaling requirements have to be balanced against investment and operating costs as well as the adversary tolerance, meaning the network fraction that can be compromised without affecting the consensus [Baliga 2017].

Beyond the technical and conceptual challenges there are superordinate issues related to the implementation of a blockchain that are often underestimated. First, many legal questions are not answered yet. We will briefly touch only one aspect exemplary here: personal data. As any other data processing systems, blockchains that hold personal data need to be compliant with data protection laws. The distributed nature of blockchain will make it necessary to apply laws of numerous different territories in relation to personal data. The new EU-US Privacy Shield will formalize the ‘right to be forgotten’, meaning the erasure of their personal data. With regards to the immutability of records on a blockchain this contradicts the blockchain concept fundamentally [Osborne Clarke 2017].

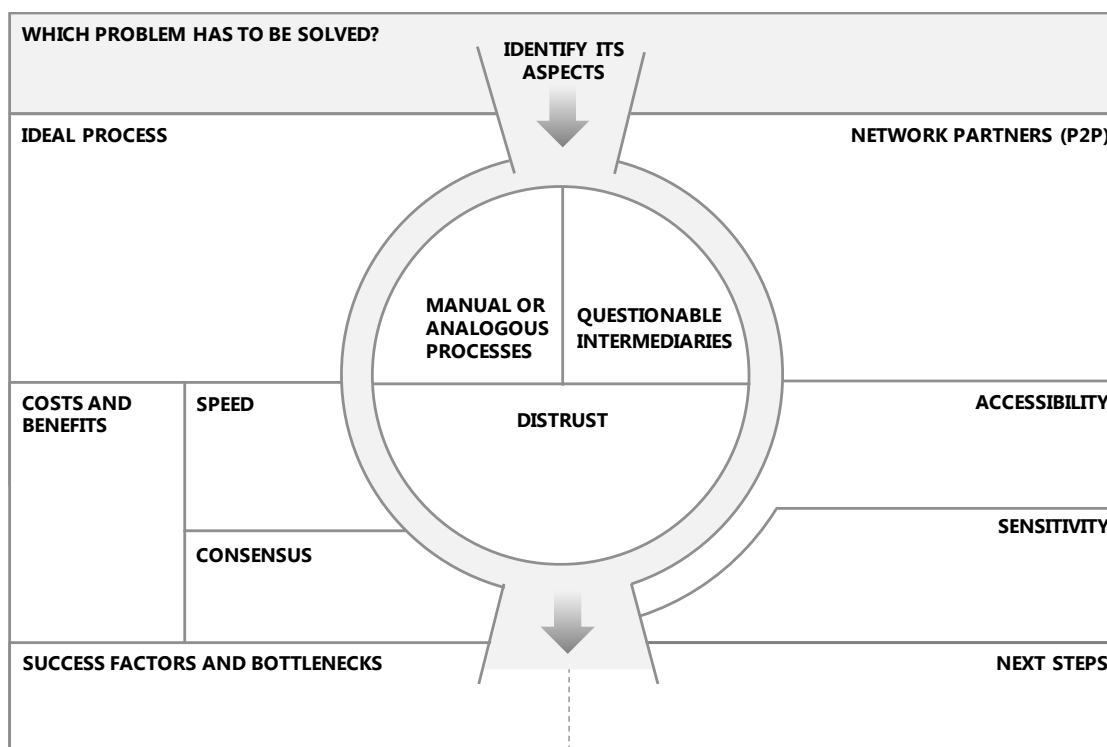


Figure 11: Blockchain Canvas – Step 4 – Success factors, bottlenecks, and next steps

Beyond legal issues incentivizing the usage of blockchain needs to be considered. Especially and in contrary to Bitcoin e.g. if the participating parties have diverse roles and interests not all of them will be profiting only based on the concept itself. If the blockchain is no win-win situation for all peers, suitable incentive strategies are necessary. As a consequence, operating costs may rise which results in a lower cost efficiency. Subsequently, a blockchain concept will always have to be developed iteratively due to the necessity of reviewing every single aspect in view of the whole picture.

Last but not least blockchain means automation and thus, either a replacement of human labor or the establishment of new processes and structures. This is a fact which seems to be missed out often with regards to the discussions about blockchain but is no less important when it is lastly time to list critical success factors, bottlenecks and next steps.

6 Summary and conclusion

In this paper we focused on introducing the Blockchain Canvas to answer the following research question:

Is or is not the blockchain technology the best solution approach for a certain today's or future problem?

Therefore, the introductory chapters first of all described the main trends – namely globalization and digitalization – which are the drivers of fundamental changes in the mobility sector. A comparison of the main characteristics of these two trends

showed that businesses in the mobility sector have to adjust their strategies to keep up with the constant change into a global and digitalized business environment. It became clear that former attributes like trust, personal contact and the use of local intermediaries get replaced by growing mistrust, many unknown partners as well as ‘digital’ intermediaries and completely new business models.

After presenting specific examples how the era of networks changes the mobility sector, the blockchain technology as a form of a distributed ledger was described. We pointed out that this technology is rather a highly specific niche solution than a panacea for every transaction-related issue.

In the main part of this paper we show how the Blockchain Canvas can be applied in order to both identify valid blockchain application cases and evaluate, if blockchain is the most suitable technical solution for already existing application ideas or concepts. Most importantly, the specific characteristics of today’s and future challenges need to be focused. That means having a problem- and needs-orientated view rather than targeting for the use of a certain technology that is currently popular. Beyond those problem-related questions with regards to the replacement of intermediaries, the automatization of security critical processes, and risk minimization potentials in distributed networks without trust, speed requirements have to be weighed against data sensitivity as well as investment and operating costs to choose the right consensus mechanism. Still, we pointed out that the limited ‘original’ Proof-of-Work mechanism is actually the only one that is realized in the market yet, at least with respect to public blockchains.

To conclude, the Blockchain Canvas is a tool designed to facilitate the value-adding use of blockchain by being a guide in the midst of the current crypto hype as well as regarding the two mega trends that completely change the mobility sector: globalization and digitalization.

7 References

- [Baliga 2017] Baliga, Arati: Understanding Blockchain Consensus Models, 2017. Available online at <https://www.persistent.com/wp-content/uploads/2017/04/WP-Understanding-Blockchain-Consensus-Models.pdf>, last checked on 08.01.2018.
- [Barratt et al. 2007] Barratt, Mark; Oke, Adegoke: Antecedents of supply chain visibility in retail supply chains. A resource-based theory perspective. In: *Journal of Operations Management* 25 (6), 2007, S. 1217–1233.
- [Brühl 2017] Brühl, Volker: Bitcoins, Blockchain und Distributed Ledgers. In: *Wirtschaftsdienst* 97 (2), 2017, S. 135–142.

- [Buntinx 2018] Buntinx, JP: EtherZero Team cancels plans to hard fork ethereum, 2018. Available online at <https://themerke.com/etherzero-team-cancels-plans-to-hard-fork-ethereum/>, last checked on 08.01.2018.
- [Froystad & Holm 2015] Froystad, Peter; Holm, Jarle: Blockchain: Powering the Internet of Value, 2015. Hg. v. EVRY Financial Services. Available online at <https://www.evry.com/globalassets/insight/bank2020/bank-2020---blockchain-powering-the-internet-of-value---whitepaper.pdf>, last checked on 08.01.2018.
- [Gartner 2015] Gartner's 2015 Hype Cycle for emerging technologies identifies the computing innovations that organizations should monitor, 2015. Available online at <https://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>, last checked on 08.01.2018.
- [Gartner 2016] Gartner's 2016 Hype Cycle for emerging technologies identifies three key trends that organizations must track to gain competitive advantage, 2016. Available online at <https://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>, last checked on 08.01.2018.
- [Lummus et al. 2003] Lummus, Rhonda R.; Duclos, Leslie K.; Vokurka, Robert J.: Supply Chain Flexibility: Building a new model. In: *Global Journal of Flexible Systems Management* 4 (4), 2003, S. 1–13, last checked on 07.01.2018.
- [Morabito 2017] Morabito, Vincenzo: *Business Innovation Through Blockchain. The B³ Perspective*, Cham, 2017. S. 22.
- [Nakamoto 2008] Nakamoto, Satoshi: *Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System*, 2008. Available online at <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, last checked on 02.01.2018.
- [Osborne Clarke 2017] Osborne Clarke: *An introduction to Blockchain: the key legal issues*, 2017. Available online at <http://www.osborneclarke.com/insights/an-introduction-to-blockchain-the-key-legal-issues/>, last checked on 08.01.2017.
- [Osterwalder & Pigneur 2010] Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves: *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, 2010.
- [Peters & Gareth 2015] Peters, Gareth W.; Panayi, Efstathios: *Understanding Modern Banking Ledgers Through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money*, 2015. Available online at <https://www.weusecoins.com/assets/pdf/library/Understanding%20Modern%20Banking%20Ledgers%20through%20Blockchain%20Technologies.pdf>, last checked on 04.01.2018.
- [van de Velde et al. 2016] van de Velde, Jo; Scott, Angus; Sartorius, Katrina et al., 2016: *Blockchain in Capital Markets. The Prize and the Journey*. Oliver Wy-

man und Euroclear. Available online at <http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BlockChain-In-Capital-Markets.pdf>, last checked on 02.01.2018.

- [Wright & Filippi 2015] Wright, Aaron; Filippi, Primavera de: Decentralized Blockchain technology and the rise of lex cryptographia, 2015. Available online at <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=869093085017080094005003025016030124105043091018012063007122119085024114088023092119042030001020040120035093017070071116089002043061013052034031126079021007118127111009082063126101122094097081020097125094003102004028102107093112124101098095066100082087&EXT=pdf>, last checked on 03.01.2018.
- [Zhao et al. 2016] Zhao, J. Leon; Fan, Shaokun; Yan, Jiaqi: Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue. In: *Financial Innovation* 2 (1), 2016, S. 1–7.
- [Bolesch et al. 2016] Bolesch, Lara; Mitschele, Andreas: Revolution oder Evolution? Funktionsweise, Herausforderungen und Potenziale der Blockchain-Technologie. In: *Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen* (22), 2016, S. 35–39.
- [Zheng et al. 2016] Zheng, Zibin; Xie, Shaoan; Dai, Hong-Ning et al.: Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey. In: *International Journal of Web and Grid Services*, 2016, S. 16.

Increasing mobility of employment relationships and its consequences for performance and motivation

Henning Tirrel M.Sc.

Human Resources Manager and Head of Training at an internationally operating electronics company in Leer, Germany

Prof. Dr. Lothar Winnen

Hochschule für Medien, Kommunikation und Wirtschaft, HMKW, Cologne, University of Applied Sciences

1	Introduction, relevance of the topic and research questions.....	139
2	Human resource management theories.....	140
3	Methodology: structured literature analysis	144
4	Findings: state of research	146
5	Discussion.....	148
6	References.....	153

Abstract:

A lot of employees work partially at home and partially in their office at the company which employs them in flexible working arrangements. This procedure is associated with various challenges and opportunities which may affect employee satisfaction and motivation. Employers need to be aware of such influencing factors in order to maintain employee performance and create the right conditions. The principal-agent theory, the job demands-resources model, the job characteristics model and the need theory help to better understand the emergence of challenges and opportunities that occur in such situations. The aim of this paper is to identify the chances and challenges of employees who work partially at home and partially in the office at their companies. In addition, the results are to be used to develop a model that is to be used for future quantitative research.

JEL Classification: J60

Keywords: Strategic human resource management, flexible workforce, employee mobility, home office, performance, motivation, motivational theory, principal-agent theory, job demands-resources model, job characteristics model, need theory

1 Introduction, relevance of the topic and research questions

Flexibility in employment relationships is becoming more important (Rubery, Keizer & Grimshaw, 2016), which can be reasoned based on changing trends in economy and society. With respect to the economy, there are increasing demands regarding a flexible workforce (Cotti, Haley & Miller, 2014) and rising numbers of short-time and part-time working contracts (Laurijssen & Glorieux, 2012). Regarding the trends in society, men and women are now equally entitled to bring up children (Fulcher, Dinella & Weisgram, 2015) and there is an increasing significance of work-life balance (Laurijssen & Glorieux, 2012).

First, the relevant terms will be defined. Mobile work is described as the possibility to work at several locations besides the company and use modern information communication technology (Cousins & Robey, 2005). One way of being mobile is to work from home. As a result, the home office is a location where productive work is conducted in exchange for payment (Fan Ng, 2010). In the following, the relevance of working from a home office will be explained with respect to the findings of a study in the USA by Eldridge and Pabilonia (2010). Nowadays, 73 percent of employees bring work home once a week. Due to the above-mentioned reasons, working from home has different causes. Five percent of employees work from home in order to combine family and personal needs. 56 percent of the people working from home want to finish some work. For 29 percent it is typical for the job to bring work home. 20 percent of employees work between 31 and 60 minutes per day at home. Both genders bring work home (64 percent of men, 36 percent of women); 63 percent have at least a bachelor's degree and 60 percent have no children. Those who work in management or a profession (59 percent) and those who work in sales and offices (26 percent) bring work home (Eldridge & Pabilonia, 2010).

Mobile working in the home office can be seen as a possible solution for several challenges because employees become more flexible in time and place and can merge job demands and familiar or personnel demands (Eldridge & Pabilonia, 2010). Furthermore, they can achieve a better work-life balance (Redman, Snape & Ashurst, 2009) and the performance and motivation of employees might increase (Biron & van Veldhoven, 2016). However, performance and motivation are less transparent which may result in lower levels of performance (Brenke, 2016). For this research study, the following two research questions evolve:

- (1) What are the challenges and chances concerning employees who are working partially in home offices and partially in their office at a company?
- (2) Which factors increase and which decrease the motivation and performance of employees who are working partially in home offices and partially in their office at a company?

For the purpose of answering these research questions, a structural literature analysis will be implemented. The results will be critically analysed regarding different human resource management theories (principal-agent theory, job demands-resources model, job characteristics model and the need theory), which will be explained in advance. At the end of this paper, theoretical and practical implications will be provided, the limitations of this study will be laid down and the implications for future research will be derived. Finally, a research model will be presented which can be used for a quantitative approach.

2 Human resource management theories

In this chapter, four human resource management theories will be described which the authors have identified as the theoretical grounding of the topic. They will be linked to the results of the literature analysis to demonstrate their theoretical relevance and to critically reflect the actual status quo in research.

2.1 Principal-Agent Theory

Referring to Eisenhardt (1989), the principal-agent theory deals with several problems concerning principal-agent relationships within contracts. “The cornerstone of the agency theory is the assumption that the interests of principles and agents diverge” (Hill & Jones, 1992, p. 132). With respect to Eisenhardt (1989), one problem is that different objectives between the principal and the agent exist, explaining goal conflicts. Another problem is that the principal needs to verify that the agent is doing well with respect to the aims of the principal, because the principal wants to prevent moral hazard (“lack of effort on the part of the agent” (Eisenhardt, 1989, p. 61)), adverse selection (ability of the agent is misrepresented) and shirking (agent does not understand what to do, therefore the work will not be done) while the principal is monitoring the agent (Eisenhardt, 1989). Furthermore, there is an information asymmetry because the agent might have more information than the principal when concluding a contract (hidden information) and hidden actions may appear if the agent works on tasks he or she is not told to (Holmstrom & Milgrom, 1987). Besides monitoring by the principal, the agent may incur bonding costs for proving his or her trustworthiness (Hill & Jones, 1992).

In this study, the principal-agent theory describes the relationship between the employer (principal) and the employee (agent) and is used to describe the problem of monitoring the employee and vice versa (employee proves trustworthiness). Moral hazard may occur because employees working part-time cannot or will not behave as the employer wants them to. Moreover, the abilities of employees can be misinterpreted by employers. Due to this, employees cannot perform their tasks because they do not have the necessary skills, even though the employer expects the employees to have these skills (adverse selection). Therefore, instructions need to be communicated in a way the employees understand to prevent adverse selection and

to lower the information asymmetry. Furthermore, instructions need to be communicated in a motivating way so that moral hazard does not occur. In addition, hidden actions by the employee can occur if the interests of the employee are more important to him or her than the interests of the employer. Therefore, monitoring costs are used to control the employee, although it is hardly possible to control an employee at all times.

2.2 Job characteristics model

Referring to Hackman and Oldham (1976), the job characteristics model contains five core job dimensions which lead to three critical psychological states which finally lead to personal and work outcomes. Three of the five core job dimensions: (1) skill variety – requirements for a specific job, (2) task identity – doing the whole job, (3) task significance – impact on work and life of others, contribute to one critical psychological state (experienced meaningfulness – the work is valuable, worthwhile and meaningful). In this case, the fourth core job dimension, (4) autonomy, is the possibility to be free and independent while doing the job. It is linked to the experienced responsibility for the work outcomes. This is defined as the degree of feeling personally responsible and accountable for the output. The fifth core job dimension, (5) feedback (direct response to the effectiveness of the individual performance), is connected to knowledge of the actual results of the work activities (understanding the basis, job performance). Differences between people moderate their reactions to work. In this model, two moderating effects are possible. On the one hand, there is a conjunction of core job dimensions and critical psychological states; on the other hand, there is a combination of critical psychological states and personal and work outcomes. The four presented outcome variables are influenced by work motivation of the employees (Hackman & Oldham, 1976).

In this research study, autonomy is the most relevant aspect of the job characteristics model. This is because working partially outside the office at the company increases the possibility to decide autonomously how, where and when to work. Thus, employees feel more responsible for their work outcomes and have higher internal motivation and higher satisfaction with their work. Higher performance and lower absenteeism and turnover are the results. Giving and receiving feedback in this context is more difficult because employees are temporarily not in the company. Communicational disadvantages may lead to further problems because team members are probably not able to ask questions to understand tasks in detail, which may lead to lower or false output. Social capital is responsible for the interaction of people within relationships and networks (Kang & Snell, 2009). Furthermore, “social capital [...] transforms human capital into workplace gains, e.g. producing positive career outcomes and increasing supervisors’ perception of potential” (Lin & Huang, 2005, p. 201). Moreover, intellectual capital – which includes social capital – is related to firm performance (Inkinen, 2015).

In addition, task identity may decline because employees work out tasks alone and do not feel themselves as members of the team; nor do they feel responsible for the output of the team and thus for the aims of the team. Being absent from the company because of mobile work / being autonomous can also lead to no longer being an active member of the team, so the isolation may lead to higher levels of absenteeism and/or turnover. The monitoring of employees also seems to be difficult because employees are not in the company and therefore not directly accessible to employers.

2.3 Job demands-resources model

The job demands-resources model developed by Bakker and Demerouti (2007) explains different job demands and different job resources incorporated in jobs. “Job demands refer to those physical, psychological, social, or organizational aspects of the job that require sustained physical and/or psychological (cognitive and emotional) effort or skills and are therefore associated with certain physiological and/or psychological costs. [...] Job resources refer to those physical, psychological, social, or organizational aspects of the job that are either/or: Functional in achieving work goals. Reduce job demands and the associated physiological and psychological costs. Stimulate personal growth, learning, and development.” (Bakker & Demerouti, 2007, p. 312). Support, autonomy and feedback are some examples of job resources. Motivation partially mediates the relationship between job resources and organisational outcomes. Job demands correlate positively with strain (“the result of a disturbance of the equilibrium between the demands employees are exposed to and the resources they have at their disposal” (Bakker & Demerouti, 2007, p. 310)) which is negatively correlated with organisational outcomes. There are specific demands for every job and different resources to use while reaching the defined goals of the employees (Bakker & Demerouti, 2007). Xanthopoulou, Bakker, Demerouti and Schaufeli (2007) complemented the job demands-resources model and added personal resources (self-efficacy, optimism and organisation-based self-esteem) to the job resources. These personal resources are positively correlated to work engagement, defined as dedication, absorption and vigour. As a result, the job demands-resources model now goes into more detail with respect to the person, in this case the employee.

In this context, autonomy is an important aspect because employees who work partially in their home office and partially in the office at the company may decide more or less autonomously where and when they work. So they are flexible leading to a higher level of autonomy. Based on this model, motivation increases if job resources are well defined. It is not productive if job demands and job resources contradict each other while working for the same aim. Autonomy is therefore a relevant aspect to be analysed with respect to job demands and job resources.

2.4 Need theory

With respect to McClelland (1987) there are three major needs that exist in people. These needs are for achievement, affiliation and power. “The person high in the need for achievement wants to know if an act is instrumental to solving a problem [...]” (McClelland, 1978, p. 203). This is why entrepreneurs often have a strong need for achievement to improve their own status (living standard, economic growth) (McClelland, 1978).

According to McClelland (1985), having a need for affiliation is the ability to use social skills. So, if somebody is happy to affiliate, it can be assumed “that he or she will be found conversing with others” (McClelland, 1985, p. 822).

People with a strong need for power want to gain sway/dominance. It is not about doing something better than others, but to gain impact so they have the possibility to use their power (McClelland, 1978). Setting high aims and taking risks are also part of these people so the achieved power can be used to influence other people (McClelland & Watson, 1973).

In 2004, Kehr defined that when implicit and explicit motives as well as perceived abilities are combined, the flow experience arises. Furthermore, employees are able to set realistic goals when the perceived abilities are available and are used. Consequently, the flow experience can be understood as an intrinsic motivation of employees (Kehr, 2004). Motivation then leads to higher operational and financial performance (Jiang, Lepak, Hu & Baer, 2012).

In this research study, the three above-defined needs are used to evaluate for which people (achievement, affiliation or power orientated) the analysed employment relationship might best fit and under which circumstances. Employees who have a strong need for achievement are probably aiming at using their skills to improve their status. If employees are working partially in their home office, the career prospects are assumed to be lower because they are not under the direct control of their superior. As a result, the rising of their social status or their economic growth will probably be lower. Employees who have a high need for affiliation might be not that motivated while working at home because there is less association with their colleagues. On the other hand, it is a chance for employees with a low need for affiliation because they can work out issues on their own. Gaining influence is a major aspect for people who have a high need for power. Influencing other employees while using their power is probably better in the office of a company. However, people who might be influenced by powerful people can be more motivated while they are working from home because the impact of others is lower.

3 Methodology: structured literature analysis

A structured literature analysis will be conducted in this chapter. The aim of a structured literature analysis is to provide an overview of the state of research with respect to a defined issue (Döring & Bortz, 2016), in this case the effects on employees who work partially in a home office and partially in an office at their company with respect to performance and motivation.

Döring and Bortz (2016) explain in detail how to conduct a structured literature analysis. First, scientific databases need to be analysed. Second, keywords need to be defined and arranged in two groups: primary and secondary search items. Primary search items are hypernyms. Secondary search items are similar to the primary search items. The systemic query should be circumscribed instead of a broadly defined query in order to get results which are highly related to this research. After that, a selection of the results needs to be carried out. Useful articles must be identified and useless articles need to be eliminated. For this reason, the authors only use academic journals to obtain high quality results. The selection of articles will be structured referring to Inkinen (2015), so the first step is to exclude articles by title, then by abstract and, finally, after reading the full text of the article. After that, the snowballing technique can be used to identify more useful articles from the reference lists of the already identified articles (Inkinen, 2015).

In this study, the following English items (alone or combined) have been used with respect to the chances and challenges of working partially in the home office and partially in the office at the company: *flexible workforce, home office, productivity, part-time, work in home and office, work home work office, telework locations, traditional work locations, work at office, and telework*. The source for this research study was the database EBSCOhost. The structured literature analysis was conducted in July and August 2017. Figure 1 depicts the research steps. After defining the items and entering them in EBSCOhost, 1,059 results remained. After that, the time was limited to the years between 2007 and 2017 to gain the latest results, leaving 1,040 results. To achieve high quality papers, the remaining results were limited only to academic journals, so that any papers except academic journal articles were excluded.

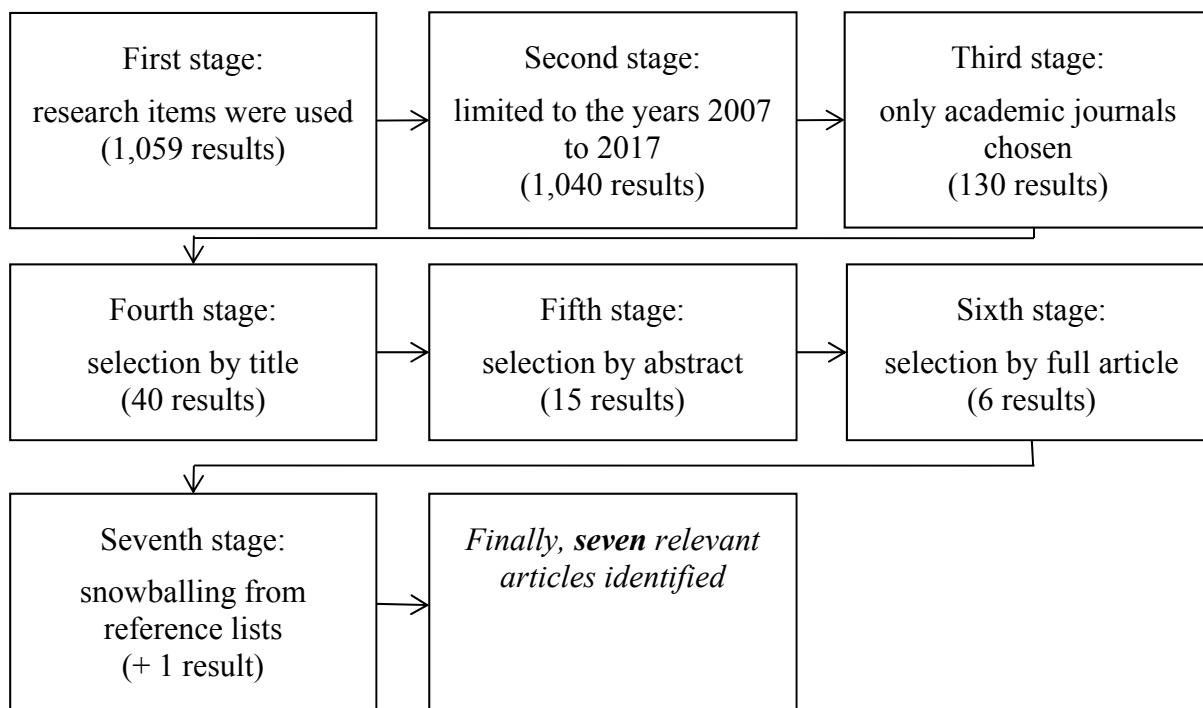


Figure 1: Methodology – structured literature analysis research process. Source: own depiction

Then a selection was made by title, after that by abstract and, in the end, a selection by full article was conducted, after which six articles remained. Afterwards, the snowballing technique was applied, so the literature of the six articles was read and one more relevant article was identified. As a result, seven relevant articles will be presented in this study. The quality of the papers was evaluated by the VHB-JOURQUAL3 rating¹. One article was published in an A-journal (impact factor 3.067 (Whiley Online Library, n. y.^a)), four articles were published in B-journals (2.982 (Whiley Online Library, n. y.^b), 2.622 (Sage Journals, n. y.^a), 1.195 (Emerald Publishing, n. y.), 1.821 (Sage Journals, n. y.^b)) and two journals (no impact factors available) were not part of the VHB-JOURQUAL3. It is therefore evident that high quality papers have been used for this research.

The results are presented in chapter four *Findings: state of research* and afterwards discussed in chapter five. The presentation of the findings is divided into chances and challenges according to research question one. These chances and challenges are also the answer to research question two. Thus, research question two will also be answered within the results of the structured literature analysis in chapter four.

¹ Available: <http://vhbonline.org/vhb4you/jourqual/vhb-jourqual-3/> [November 26, 2017]

4 Findings: state of research

Author/ year	Key data/ study design	Results
Dijkers, Geurts, de Dulk, Peper, Taris & Kompier (2007)	Approx. 1,179 employees (one public/two private organisations)	<p>Basic findings: High level of support related to low hindrance and vice versa; lower levels of support and higher levels of hindrance in public organisations</p> <p>Chances: Culture support is positively correlated with the usage of flexitime; part-time work is significantly related to work-home arrangements; a supportive work-home culture leads to positive interactions between home and work</p> <p>Challenges: More part-time work leads to more hindrance</p>
Redman et al. (2009)	Survey of managerial and professional employees in knowledge-intensive industries (N = 749)	<p>Chances: Working hours at home are positively associated with: life and job satisfaction, psychological empowerment, a family friendly organisation, organisational citizenship behaviour (organisational (OCB-O) / individual (OCB-I))</p> <p>Challenges: Working hours at home are negatively associated with family-to-work conflict, stress and burnout</p>
Morgan-son, Major, Oborn, Verive & Heelan (2010)	Web-based survey (N = 578 employees working at client location, main office, home, satellite office)	<p>Basic findings: Location is responsible for different results (work-life balance support, inclusion and job satisfaction)</p> <p>Chances: Part-time workers get higher work-life balance support (if they are home based) and higher job satisfaction than full-time workers; higher work-life balance support for home-based workers than satellite, office and client-based workers</p> <p>Challenges: Home-based, client-based and satellite workers report lower inclusion than office-based workers</p>

Table 1a: Findings of the state of research. Source: own depiction

Golden & Fromen (2011)	N = 11,059 individuals	<p>Chances: When workers and managers worked in the mode of teleworking or virtual working, outcomes were higher and work experiences (empowerment, feedback, workload, professional development) were positive</p> <p>Challenges: If a manager works as a teleworker or virtual worker, the employees have lower outcomes, worse work experience, higher intentions to turnover, lower job satisfaction</p>
Brenke (2016)	Mikrozensus 2014, German Socio-Economic Panel (SOEP) study	<p>Chances: Most employees are qualified and flexible when working from home and working overtime (probably without remuneration); working from a home office will be an asset in the future in the fields of getting highly qualified workers</p> <p>Challenges: Monitoring the productivity of employees is difficult and a reason not to allow home office work</p>
Biron & van Veldhoven (2016)	Diary data (77 employees, three home and three office days)	<p>Chances: On home office days: higher concentration, lower need for recovery, negative correlation between job demands and need for recovery by low work time control</p> <p>Challenges: On office days: positive correlation between job demands and need for recovery by high work time control, but high positive correlation on office days in both situations (high/low work time control)</p> <p>Conclusion: location compensates negative effects</p>
Wheatley (2017)	British Household Panel Survey and Understanding Society, 2001–10/11	<p>Chances: Flexible work arrangements (FWA) are used by men (younger: in combination with studying and older: part-retirement) and women (contribution to the household); home working has positive effects on life and job satisfaction for both men and women</p> <p>Challenges: Negative effects of FWA on women if they work part-time or flexi-time (job satisfaction), job-sharing (leisure and life satisfaction) or flexi-time (leisure satisfaction)</p>

Table 1b: Findings of the state of research. Source: own depiction

The table above outlines that positive (chances) and negative (challenges) effects are present within a flexible workforce. A supportive culture is a requirement because hindrance is negatively correlated to part-time work (Dijkers et al., 2007). Due to this, part-time workers get more support if managers are also working in a flexible working contract (Golden & Fromen, 2011). This leads to greater work experiences and outcomes (Golden & Fromen, 2011). In addition, working from home is positively correlated to work-life balance and job satisfaction (Morganson et al., 2010) as well as psychological empowerment, a family-friendly organisation, OCB-I and OCB-O (Redman et al., 2009). But working (partially) from home also lowers stress and burnout (Redman et al., 2009). Furthermore, the level of concentration is high, even though the need for recovery is lower (vice versa on office days) – so negative effects are buffered by the work location (Biron & van Veldhoven, 2016). Wheatley (2017) outlines that different reasons lead to flexible work arrangements, e.g. studying, contribution to the household. Brenke (2016) highlights that a flexible workforce is an asset, even in cases of recruiting highly qualified employees.

5 Discussion

The findings of the structured literature analysis will be discussed referring to the human resource management theories. The principal-agent theory highlights the fact that employment contracts may lead to conflicts which end up with higher costs for monitoring and bonding. With reference to Brenke (2016), employees need to prove that they have worked, which can be understood as bonding costs. Furthermore, employers try to monitor employees, for instance by controlling work time (Biron & van Veldhoven, 2016), so that monitoring costs are incurred. Dijkers et al. (2007) state that support for employees results in low hindrance, therefore controlling should not be too intense if the advantages of mobile work are to outweigh the challenges. Besides this, the problems of the principal-agent theory (moral hazard, adverse selection, shirking, information asymmetry) were not highlighted in the research articles, although it is important to understand and consider them when monitoring the employees while giving them the opportunity to work partially from home. Moreover, strategies need to be developed to prevent problems that might occur. Due to this, even when the employee works partially from home, employers can monitor him or her and try to prevent moral hazard, shirking and adverse selection, although they are not able to avert these problems.

Understanding the possibility to work in the home office as a job resource is part of the job demands-resources model for gaining higher motivation and higher organisational outcomes. According to Biron and van Veldhoven (2016), a higher degree of concentration on the one hand, and a lower need for recovery on the other hand are chances if partially mobile work in the home office is seen as a resource. This also has positive effects on life and job satisfaction (Wheatley, 2017).

The possibility to work partially from home is part of the core dimension “autonomy” which leads to responsibility for work outcomes in the job characteristics model. According to Golden and Fromen (2011), higher motivation and lower turnover rates are the consequences when manager and worker both work in flexible working systems. Furthermore, higher job and life satisfaction due to a more family-friendly employment contract are results of autonomy (Redman et al., 2009). Referring to Biron and van Veldhoven (2016), the work performance increases because of higher concentration in the home office and a lower need for recovery.

McClelland’s need theory explains for which people the home office might be or not be a good opportunity. People with a high need for achievement can show higher performance when they are working in the home office (Golden & Fromen, 2011), although they need to provide proof of their work to their supervisors, which leads to bonding costs with respect to the principal-agent theory. If employees have a high need for affiliation, then they should not work solely in home offices because they have less personal contact to their colleagues, so their integration is not so good (Morganson et al., 2010). This may cause stress and burnout (Redman et al., 2009). For anyone with a high need for power, working partially from the home office might not be the ideal solution, because that person cannot use that power to generate an impact on others, thus making an internal career more difficult (Morganson et al., 2010).

Summarising the above-mentioned information, the theoretical foundation is insufficient because problems are often not explained with the usage of theories. The proof of work as an employee could therefore be associated with the principal-agent theory, for instance. Working flexibly could also be linked to autonomy as defined in the job characteristics model. These two examples (several more are provided at the beginning of this chapter) prove that there is no linkage between findings and theories in this context.

All in all, it can be said that mobility is a relevant topic for discussion on employment relationships in a globalised world so as to be able to advance the position of employers and to use the advantages for getting and binding highly qualified employees in various job positions of a company.

5.1 Theoretical implications

Working partially from home and partially in an office at a company is important when associating the findings with motivational theories, although they are often not presented in research articles. Due to the fact that the authors identified that the seven results have an insufficient linkage to human resource management and motivational theories, researchers should in future pay greater attention to the use of theories when developing models and interpreting the results. Moreover, situations should be identified in which moral hazard, adverse selection, information asym-

metry and shirking appear. The question is: under what conditions is moral hazard likely to occur besides an intensive controlling mechanism. It is likely that leadership behaviour and organisational culture may function as moderating effects on moral hazard. Furthermore, especially shirking and adverse selection need to be considered and information asymmetry should be lowered, because then the employer may have the feeling of being in control. Employers and employees should develop new ways of work (time) control when employees work flexibly. This may lead to a higher level of monitoring and there is consequently a chance to implement more contracts for working partially from home.

5.2 Practical implications

Employers need to understand that mobile work (in this case working partially in the home office and partially in an office at the company) is an asset, a job resource and can possibly be used as a benefit to keep highly qualified employees, reintegrate employees faster (e.g. after bringing up children), and increase satisfaction, motivation and, ultimately, employee performance.

A pilot test should be implemented to measure the consequences on employee performance and motivation for a specific department or even for a whole company.

Furthermore, the same career prospects need to be implemented for employees in mobile work contracts as for employees located in the company so as to get through to all the employees who are willing to develop within the company with respect to employees with a high need for power.

5.3 Limitations

This study is limited to four specific aspects. Firstly, the source used for research (EBSCOhost) is just one of several available sources. Secondly, the time period was reduced to the years between 2007 and 2017. Thirdly, the language was limited to English. Fourthly, the results were limited to academic journals. To obtain more results, these limitations could be expanded (e.g. by using other sources, other languages or more than just academic journals). As a result, further insights could be gained.

5.4 Implications for future research

In this research study, seven relevant articles have been identified, demonstrating an insufficient number. Consequently, more research should be conducted in this research field to integrate further obvious relationships. Future research – for example qualitative research – is expected to provide more information about which factors have a (positive or negative) influence on the performance and motivation of employees in private and public organisations. Moreover, other working places should be analysed in future research, especially with respect to digitalisation.

The findings of the structured literature analysis have been restructured and combined with the human resource management theories to develop a research model for measuring influences of the fit between the mobile job and a person (in this case an employee) on the stress level, the work-life balance, the satisfaction/motivation and on the employee’s performance. These relationships are mediated and moderated by several influences, as visualised in figure 2. In the following we shortly present underlying hypotheses for future research.

In this case, the mobile job – person fit combines personal and technical circumstances, which is also addressed in the extension of the job demands-resources model. Going into more detail, the personal aspects are covered by personal needs (especially the need for affiliation, in this case measured by inclusion in the team) according the need theory, the qualifications (human capital), the career ambitions (which may also be a part of the need theory in cases of the need for power), and the personal development. Furthermore, technical support has to be available as otherwise mobile work cannot be done outside the company. The authors expect a negative correlation to the stress level (compare Redman, 2009), which is positively moderated by job demands.

H₁: The correlation between *mobile job – person fit* and *stress level* is negative.

H₂: *Job demands* positively moderate the relationship between *fit between mobile job – person* and *stress level*.

As a result of higher job demands, the strain (here the stress level) increases (Bakker & Demerouti, 2007). If the strain increases, employees have to handle the burden and therefore the authors expect the work-life balance to be low. Under other circumstances, the work-life balance is high if the stress is low.

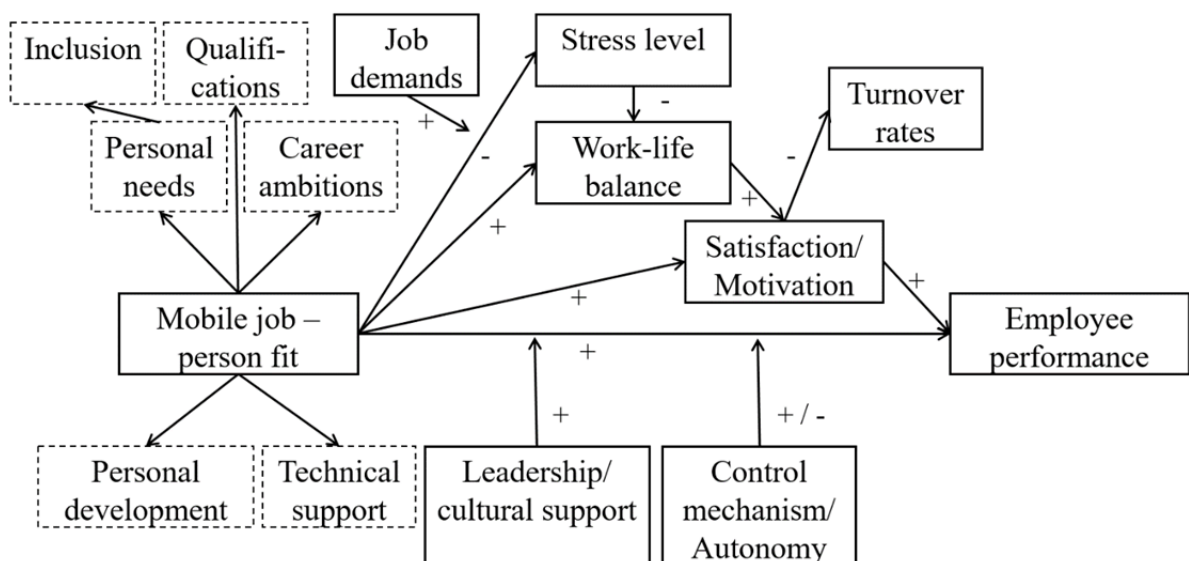


Figure 2: Research model. Source: own depiction

H₃: The correlation between *stress level* and *work-life balance* is negative.

Employees who are working mobile report a higher work-life balance (Morganson et al., 2010). Consequently, the following hypothesis was developed:

H₃: The correlation between *mobile job – person fit* and *work-life balance* is positive.

Referring to the job characteristics model, higher autonomy (in this case the fit between mobile job – person) are positively correlated to satisfaction respectively motivation. Therefore, the following hypothesis was established.

H₄: The correlation between *mobile job – person fit* and *satisfaction/motivation* is positive.

Furthermore, turnover rates will decline when satisfaction and motivation rise (Shah & Beh, 2016) which leads to the next hypothesis.

H₅: The correlation between *satisfaction/motivation* and *turnover rates* is negative.

The job demands-resources model describes the situation that motivation increases as a consequence of job resources, which also include autonomy (Bakker & Demerouti, 2007). Redman et al. (2009) present that working from home is a solution for increasing life and job satisfaction and Biron and van Veldhoven (2016) support this statement because the concentration is higher although the need for recovery is lower. Due to this, the following hypothesis was established.

H₆: The correlation between *work-life balance* and *satisfaction/motivation* is positive.

Moreover, employee performance increases if satisfaction/motivation is higher (compare the job demands-resources model, compare chapter 2).

Biron and van Veldhoven identified in 2016 that the productivity of employees is higher when they are working mobile. With respect to the principal-agent theory employers want and need to control their employees. Thus, the following hypothesis was developed.

H₇: The correlation between *mobile job – person fit* and *employee performance* is positive.

H₈: The correlation between *mobile job – person fit* and *employee performance* is positively mediated by *satisfaction/motivation*.

H₉: The correlation between *mobile job – person fit* and *employee performance* is positively moderated by *leadership/culture support*.

H₁₀: The correlation between *mobile job – person fit* and *employee performance* is positively moderated by *control mechanism/autonomy*.

This relationship will be moderated by leadership as a result of culture (Dikkers et al., 2007) and by control mechanisms (Biron & van Veldhoven, 2016).

6 References

* results of the structured literature analysis

Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: State of the art. In: *Journal of Managerial Psychology* 22(3), 309–328.

*Biron, M., & van Veldhoven, M. (2016). When control becomes a liability rather than an asset: Comparing home and office days among part-time teleworkers. In: *Journal of Organizational Behavior* 37(8), 1317–1337.

*Brenke, K. (2016). Home offices: Plenty of untapped potential. In: *DIW Economic Bulletin* 6(8), 95–104.

Cotti, C. D., Haley, M. R., & Miller, L. A. (2014). Workplace flexibilities, job satisfaction and union membership in the US workforce. In: *British Journal of Industrial Relations* 52(3), 403–425.

Cousins, K. C., & Robey, D. (2005). Human agency in a wireless world: Patterns of technology use in nomadic computing environments. In: *Information and Organization* 15(2), 151–180.

*Dikkers, J. S. E., Geurts, S. A. E, den Dulk, L., Peper, B., Taris, T. W., & Kompier, M. A. J. (2007). Dimensions of work-home culture and their relations with the use of work-home arrangements and work-home interaction. In: *Work & Stress* 21(2), 155–172.

Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. (5. vollständig überarb., aktualisierte und erweiterte Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.

Eisenhardt, K. M. (1989). Agency Theory: An assessment and review. In: *Academy of Management Review* 14(1), 57–74.

Eldridge, L. P., & Pabilonia, S. W. (2010). Bringing work home: Implications for BLS productivity measures. In: *Monthly Labor Review* 133(12), 18–35.

Emerald Publishing (n. y.). *Journal of Managerial Psychology*. Retrieved November 26, 2017 from <http://www.emeraldgrouppublishing.com/jmp.htm>.

Fan Ng, C. (2010). Teleworker's home office: An extension of corporate office? In: *Facilities* 28(3/4), 137–155.

Fulcher, M., Dinella, L. M., & Weisgram, E. S. (2015). Constructing a feminist re-organization of the heterosexual breadwinner/caregiver family model: College students' plans for their own future families. In: *Sex Roles* 73(3), 174–186.

- *Golden, T. D., & Fromen, A. (2011). Does it matter where your manager works? Comparing managerial work mode (traditional, telework, virtual) across subordinate work experiences and outcomes. In: *Human Relations* 64(11), 1451–1475.
- Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the Design of Work: Test of a Theory. In: *Organizational Behavior and Human Performance* 16(2), 250–279.
- Hill, C. W. L., & Jones, T. M. (1992). Stakeholder-agency theory. In: *Journal of Management Studies* 29(2), 131–154.
- Hobfoll, S. E., Freedy, J., Lane, C., & Geller, P. (1990). Conservation of social resources: Social support resource theory. In: *Journal of Social and Personal Relationships* 7(4), 465–478.
- Holmstrom, B., & Milgrom, P. (1987). Aggregation and linearity in the provision of intertemporal incentives. In: *Econometrica* 55(2), 303–328.
- Inkinen, H. (2015). Review of empirical research on intellectual capital and firm performance. In: *Journal of Intellectual Capital* 16(3), 518–565.
- Jiang, K., Lepak, D. P., Hu, J., & Baer, J. C. (2012). How does human resource management influence organizational outcomes? A meta-analytic investigation of mediating mechanisms. In: *Academy of Management Journal* 55(6), 1264–1294.
- Kang, S.-C., & Snell, S. A. (2009). Intellectual capital architectures and ambidextrous learning: A framework for human resource management. In: *Journal of Management Studies* 46(1), 65–92.
- Kehr, H. M. (2004). Integrating implicit motives, explicit motives, and perceived abilities: The compensatory model of work motivation and volition. In: *Academy of Management Review* 29(3), 479–499.
- Laurijssen, I., & Glorieux, I. (2013). Balancing work and family: Panel analysis of the impact of part-time work on the experience of time pressure. In: *Social Indicators Research* 112(1), 1–17.
- Lin, S.-C., & Huang, Y.-M. (2005). The role of social capital in the relationship between human capital and career mobility: Moderator or mediator? In: *Journal of Intellectual Capital* 6(2), 191–205.
- McClelland, D. C. (1978). Managing motivation to expand human freedom. In: *American Psychologist* 33(3), 201–210.
- McClelland, D. C. (1985). How motives, skills and values determine what people do. In: *American Psychologist* 40(7), 812–825.

- McClelland, D. C. (1987). *Human motivation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McClelland, D. C., & Watson, R. I. Jr. (1973). Power motivation and risk-taking behavior. In: *Journal of Personality* 41(1), 121–139.
- *Morganson, V. J., Major, D. A., Oborn, K. L., Verive, J. M., & Heelan, M. P. (2010). Comparing telework locations and traditional work arrangements. Differences in work-life balance support, job satisfaction, and inclusion. In: *Journal of Managerial Psychology* 25(3), 274–300.
- *Redman, T., Snape, E., & Ashurst, C. (2009). Location, location, location: Does place of work really matter? In: *British Journal of Management* 20(S1), 171–181.
- Rubery, J., Keizer, A., & Grimshaw, D. (2016). Flexibility bites back: The multiple and hidden costs of flexible employment policies. In: *Human Resource Management Journal* 26(3), 235–251.
- Sage Journals (n. y.a). *Human Relations*. Retrieved November 26, 2017 from <http://journals.sagepub.com/home/hum>.
- Sage Journals (n. y.b). *Work, Employment and Society*. Retrieved November 26, 2017 from <http://journals.sagepub.com/home/wes>.
- Shah, S. H. A., & Beh, L.-S. (2016). The impact of motivation enhancing practices and mediating role of talent engagement on turnover intentions: Evidence from Malaysia. In: *International Review of Management and Marketing* 6(4), 823–835.
- *Wheatley, D. (2017). Employee satisfaction and use of flexible working arrangements. In: *Work, employment and society* 31(4), 567–585.
- Wiley Online Library (n. y.). *Journal of Organizational Behavior*. Retrieved November 26, 2017, from [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1099-1379](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-1379).
- Wiley Online Library (n. y.). *British Journal of Management*. Retrieved November 26, 2017, [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1467-8551](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1467-8551).
- Xanthopoulou, D., Bakker, A. B., Demerouti, E., & Schaufeli, W. B. (2007). The role of personal resources in the Job Demands-Resources Model. In: *International Journal of Stress Management* 14(2), 121–14.

Brand Image in Formula E – Interesting for Car Manufacturers?

Christian Lucas

Professorship for Marketing at the Cologne Business School, University of Applied Sciences, Hardefuststraße 1, 50677 Köln, Germany, c.lucas@cbs.de

1	Introduction.....	157
2	Theoretical Background.....	157
3	Empirical Study on Formula 1 vs. Formula E.....	162
4	Discussion and Managerial Implications.....	166
5	Limitations and Further Research.....	168
6	References.....	169

JEL classifications: L62, M31

Keywords: Motorsports, Formula E, Motorsport Sponsorships, Brand image enhancement

1 Introduction

The new global electric single-seater motorsport racing series Formula E of the Federation Internationale de l'Automobile (FIA), established in 2014, recently gained a lot of attention, as various premium car manufacturers announced during the summer of 2017 they would cease their current motorsport engagements, like Deutsche Tourenwagen Masters (DTM) or World Endurance Championship (WEC), in favour of investing into operating their own Formula E works team from season 5 (2018/19) onwards. Beside companies like Tata-owned Jaguar Land Rover, Audi Sport, the French luxury car manufacturer DS, or Renault, the German premium car manufacturers BMW, Mercedes-Benz, as well as Porsche all announced they would enter this new racing series within the next 2 years. Despite the fact that BMW is already operating the Safety Car by supplying a BMW i8 car, the manufacturer stated they would enter the series with an official team in 2018. Mercedes-Benz will follow in 2019 and equally declared they would end their current engagement in the DTM. The same is true for Porsche, similarly entering Formula E in 2019 by shutting down their WEC engagement.

The question is why all these companies now decide to enter this new racing series Formula E, despite their successes, expertise and history in the other competitions? The analysis of this question will be twofold:

The paper will start with an analysis of the various reasons why companies and especially car manufacturers engage in sponsorships, and here more specifically why these companies sponsor motorsport racing. It will therefore introduce the concept of brand image and brand image enhancement. Additionally, it will explain the differences between old and established racing series like Formula 1 (F1), WEC or DTM and the new and modern Formula E (FE) championship, with regard to innovation management and the concept of disruptive innovation. Results of an empirical study on the brand image of these motorsport series, conducted before the announcements and shortly after the inauguration of this new FE championship will be presented. The results will be discussed in relation to current developments and managerial implications will be drawn. The paper will conclude with limitations and an outlook for further research.

2 Theoretical Background

2.1 Sponsorship

Sponsorship is an old concept with a long tradition that dates back to ancient times 'before Christ' (BC), when Gaius Clinius Maecenas supported poets of his time for mainly altruistic reasons (Bruhn, 2017). Nowadays, sponsorship is, inter alia, defined by Cornwell & Maignan (1998) as "an exchange between a sponsor and a sponsee whereby the latter receives a fee (or value) and the former obtains the right

to associate itself with the activity sponsored". In 2014, Cornwell states that it is important to recognise that both sides, sponsor and sponsee, nowadays refer to themselves as partners. Hence, she adds that the 'relationship is mutually beneficial, a two-way street, and not a relationship where one group exploits another.' (Cornwell, 2014). Hence, following this definition, one can conclude that the engagements of car manufacturers in operating motorsport teams can be understood as a kind of sponsorship.

Cornwell (2014) identified various consumer-centred objectives of sponsorship, like:

- Corporate/Brand Image Enhancements, like in the case of Red Bull concentrating their sponsorships in part on extreme sports.
- Direct On-Site Sales, when for example a beer manufacturer acquires the right to sell their products at a venue exclusively.
- Increased Awareness Levels, as in the case of the country Bahrain, when it became part of the Formula 1 calendar, to be recalled or recognized in case for example a decision is made where people might take their next holiday.
- Reaching Specific Target Markets, as in the case of BMW sponsoring yachting and golf, or Deutsche Telekom sponsoring sports and music festivals.
- Develop/Build Client Relationships: by sponsoring a Formula 1 team, the sponsor also gets regular access to the various other sponsors of the team.
- Gain Media Exposure, like for example Emirates Airlines sponsoring different European football clubs of cities they have a direct flight connection to.
- Increase Employee Morale, for example when employees get the chance to use the company-owned VIP boxes in arenas or their self-esteem is increased when realising they are working for a company that supports socially beneficial activities.
- Trade/Hospitality Objectives, by hosting clients and guests in a relaxed and exclusive environment, like e.g. a Formula 1 race in Monaco or Abu Dhabi, often new contracts get signed there.
- Product/Service Demonstration Platform, as in the case of TATA Communications sponsoring the Formula 1 Management and showcasing their expertise in supplying a powerful broadband connection on a worldwide basis.

With a focus on business-to-business (B2B) relationships Woisetschläger et al. (2013) find similar sponsorship objectives as shown in figure 1.

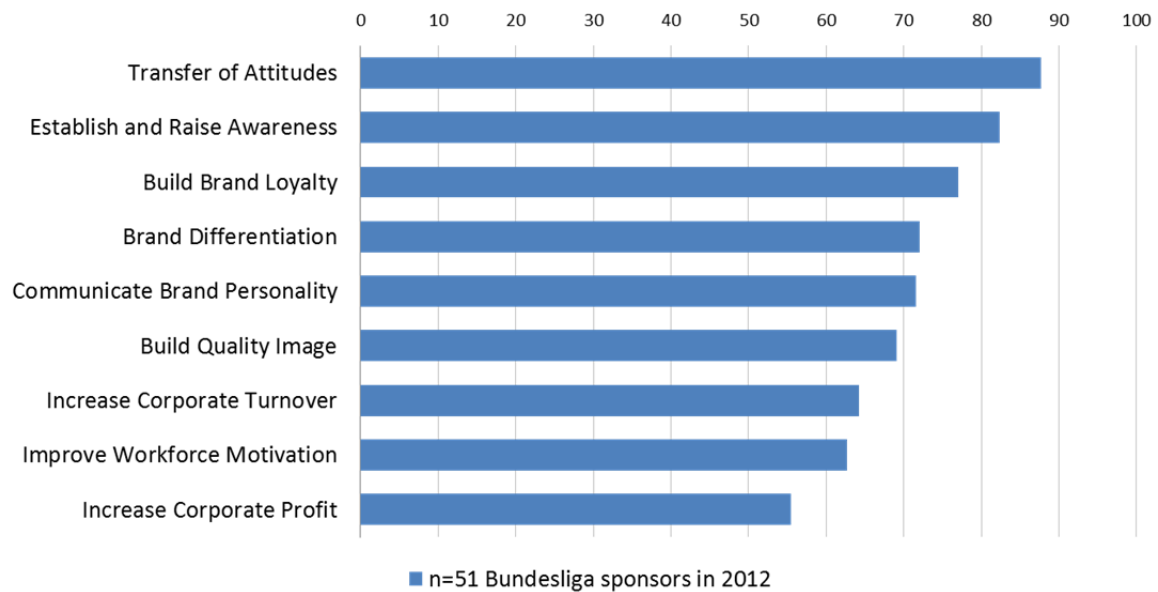


Figure 1: B2B Sport Sponsorship Objectives
Woisetschläger et al. (2013)

Of these sponsorship objectives the two most promising ones that would explain the recent developments of the various car manufacturers announcing their entry into Formula E are (1) Corporate/Brand Image Enhancements and (2) Product/Service Demonstration Platform. These two will be analysed in more detail in the following sections.

2.2 Brand Image & Brand Personality

Keller (1993) defines *brand image* as the ‘perceptions [a consumer has] about a brand as reflected by the brand associations held in consumer memory’ and it is part of the wider concept of the *brand knowledge* a consumer has about a certain brand. Hence, according to Keller, brand image consists of the various attributes, benefits and attitudes a consumer has in mind when thinking about a specific brand. Attitudes, which can be formed by less thoughtful decision making (e.g. through the usage of simple heuristics), are the most important ones here, as they often determine consumer behaviour (Keller, 1993; Chaiken, 1987).

To differentiate and compare various brands and brand images Aaker (1997) proposes analysing the *brand personality* as reflected by the ‘set of human characteristics associated with a brand’. The concept is widely accepted in the brand management literature and practice; it groups personality traits such as cheerful, reliable, up-to-date, romantic, or strong, among others, into five distinct dimensions (i.e. Sincerity, Excitement, Competence, Sophistication, and Ruggedness) (Aaker, 1997).

For the sports sponsorship context practitioners like Nielsen Sports (2017) but also scholars like Woisetschläger, Backhaus, and Cornwell (2017) frequently use differ-

ent, self-developed and tested dimensions, which better account for the unique characteristics and environment in which this marketing instrument is situated. In this context personality traits and associations like being authentic, innovative, emotional, exciting or youthful are more important.

2.3 Motorsports – Formula 1 vs. Formula E

Formula 1 as well as Formula E are two distinct racing series in the wider field of motorsports. These two are especially characterized as being open-wheeler single-seater racing series, also referred to as ‘formula racing’, where the contestants (i.e. drivers and manufacturers) are competing on a global level. Different from the formula racing series are, inter alia, the sports car racing series like the FIA World Endurance Championship (WEC), or the touring car racing series like the FIA World Touring Car Championship (WTC) or Deutsche Tourenwagen Masters (DTM).

All of these, especially the FIA motorsport series like F1, FE, WEC, and WTC claim to be either the pinnacle of motorsports in general (as in the case of F1) or at least in its sector. Unlike the others, the DTM championship is limited to Germany only but claims to be the premium racing series, due to its premium-contestants Audi, BMW, and Mercedes-Benz.

The Formula 1 racing series has undoubtedly the longest history among these, celebrating its inauguration in Silverstone, UK in May 1950. In its first season eight different manufacturers competed in seven races, today in 2017 there are four different manufacturers (Ferrari, Mercedes, Renault, and Honda) competing in 20 races around the world on all five continents.

Formula E, on the other hand, is the newest racing series and was inaugurated in September 2014 when its first race was held in Beijing, CN. The first season consisted of 11 races, two of which were held on the same weekend in London, with ten different teams competing for the title of ‘FIA Formula E World Champion’. Unlike in F1, drivers in FE compete in electric powered cars, and races are held on city-centre street courses. The current level of expertise in the field of battery and drive-train development still limits the performance of the Formula E cars, so that drivers have to jump into another fully charged car during each race. Hence, there is still a lot of potential for the development of advanced techniques in these areas.

2.4 Disruptive Innovation

Disruptive innovation, as conceptualized by Clayton Christensen (1997) means that a new technology, which offers a lower performance level than the old and established technology as well as a lower performance of what the current market is demanding, will potentially develop and improve over time to finally disrupt the old and established market as depicted in the following figure:

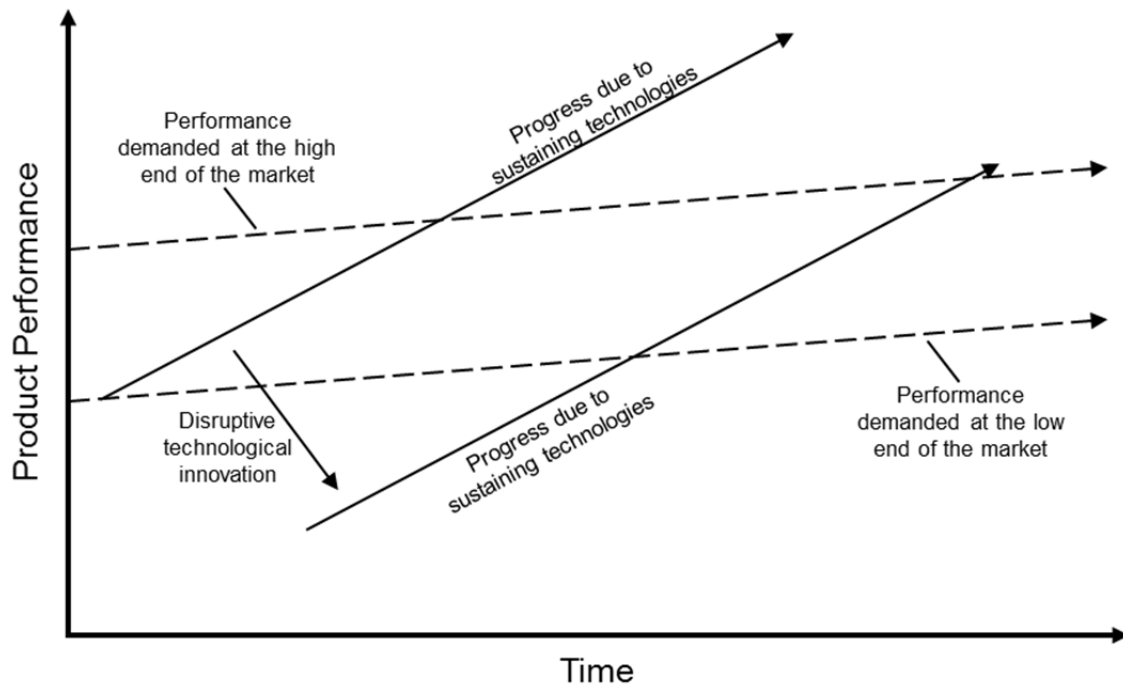


Figure 2: Disruptive Innovation¹

Christensen (1997) describes the characteristics of disruptive innovation as follows:

- being simpler, cheaper and lower performing
- (generally) promising lower margins, not higher profits
- being useless and unwanted by the leading firm's most profitable customers
- being first commercialized in emerging or insignificant markets.

In the motorsport context the concept of disruptive innovation can be understood when investigating the difference between Formula 1 and Formula E. Formula 1, as the 'pinnacle of motorsports' (FIA, 2017), develops technologies at the highest possible performance level. This was a very successful strategy in the 1970s when the performance level that was demanded at the high end of the market was not met yet. But currently, the product performance that is developed within F1 is exceeding these demands, which creates a 'technology overshoot': a 'too much' of performance, which is neither demanded by the market nor is the market willing to pay for it. The other problem is that the market (in this case most F1 fans and spectators) might not be able to understand these high-performance solutions and are thus unable to foresee and discuss how their team could potentially improve.

Electric powered cars and e-batteries, as in Formula E racing, are a disruptive innovation in this regard, as the technology is (1) simpler and lower performing than combustion-engine powered cars, (2) it is currently promising lower margins, as there is still a huge amount of development needed, (3) it is currently still unwanted by the most profitable customers of the leading firm's (like e.g. Volkswagen, Toyo-

¹ Vgl. Christensen (1997).

ta, Mercedes-Benz, or BMW), and (4) it is first being commercialized in emerging or insignificant markets, like postal delivery services and public bus transportation services within cities.

The following empirical study will analyse the brand image of Formula E in comparison to Formula 1, to understand whether potential brand image enhancements might be the reason for the current interest of car manufacturers in FE, as well as try to prove theoretically that even product demonstrations cannot be the real reason for such interest.

3 Empirical Study on Formula 1 vs. Formula E

In this section, the methodology, analysis and results of the empirical study will be presented on the various brand images of different motorsport racing series; the study compared those to the images of the ideal motorsport as perceived by motorsport fans.

3.1 Methodology

A total of 310 respondents were recruited mostly from specific motorsport fan groups on Facebook (about 43% of all respondents), e.g. 'Formel 1' with about 4,000 group members, 'Formula One Forever' with about 126,500 group members, 'Formula One Addicted' with about 25,600 group members, or 'DTM' with about 8,000 group members, but also from specific motorsport fan forums (about 32%) concentrating on one racing series only (like e.g. Formula E or Formula 1) and from more general motorsport fan forums (about 10%), among others. To recruit respondents, a link was posted on the specific timelines or group/forum threads. Data were collected in a period of two weeks in February 2016, so after the second Formula E season had just started and shortly before the new Formula 1 season began. No incentives were offered for participation. The questionnaire was provided in two languages: German and English, and it tested for whether respondents came from Germany, the United Kingdom, or any other country. 68.4% of all respondents came from Germany, 14.5% came from the UK, and 17.1% came from other countries but answered either the German or English questionnaire.

The survey respondents had to position themselves with regards to their interest and involvement in motorsports in general and then had to state why they are interested in motorsports by rating 25 different image/personality items on a five-point Likert-type scale (e.g. 'motorsports should be... authentic, technologically advanced, innovative, competitive, fast, dangerous, fair, emotional, sustainable or eco-friendly') with anchors '1 = does not apply at all' and '5 = totally applies'.



Figure 3: Image Dimensions and its Related Attributes²

After that they were asked to choose their favourite motorsport racing series from a list of four distinct ones (i.e. Formula 1, Formula E, World Rally Championship, or Deutsche Tourenwagen Masters) and had to rate this specifically chosen series on the same image/personality items. Questions regarding their favourite teams and identification with these teams followed, as well as questions regarding the known sponsors of those teams (through recall) and perceived fit between the teams and respective car manufacturers followed. Respondents were then randomly assigned to another motorsport racing series which they had at least heard of before. A similar set of questions as before followed. Hence, respondents rated an ‘ideal motorsport’ with regards to motorsport-specific image items, as well as their favourite motorsport racing series and a randomly assigned one. Data were then split into two groups (i.e. favourite racing series rated VS randomly assigned series rated), resulting in an n=620, to compare them separately. Based on the evaluation of what an ideal motorsport should look like, an initial explorative factor analysis (PCA with varimax rotation) using SPSS was conducted with the original 25 different image items, which led to the exclusion of three rather unrelated items (i.e. ‘affordable’, ‘competitive’, and ‘easy to understand’). The remaining 22 image items, as displayed in figure 3, were then grouped into six distinct factors and composite indices were created³. The identified factors were interpreted/named ‘fan-sport’, ‘leading’, ‘action’, ‘risk’, ‘sustainable’, and ‘posh’.

² Vgl Lucas/ Woisetschläger (2016).

³ This was done to secure a comparability between the ‘ideal’ motorsport and the various motorsport series.

3.2 Analysis and Results

This section now investigates the differences between the various motorsport racing series with regards to its image. To do so, the image dimensions of F1 and FE are analysed descriptively by being displayed in direct comparison with the ideal motorsport, which is shown in figure 4⁴:

As figure 4 shows, the typical motorsport fan wants a sport that is predominantly authentic, open to fans, accessible, interesting, fair, exciting and fun (i.e. a ‘Fan-Sport’). Second most importantly, it needs to offer some ‘Action’ to its fans, so it needs to be loud, fast, unique and emotional. Thirdly, still very important is that the ideal motorsport is ‘Leading’ with regards to being innovative, sophisticated, modern, and technologically advanced. Only then, with a gap to these attributes, follows the request that the ideal motorsport should also be ‘Sustainable’, ‘Risk[y]’, and ‘Posh’.

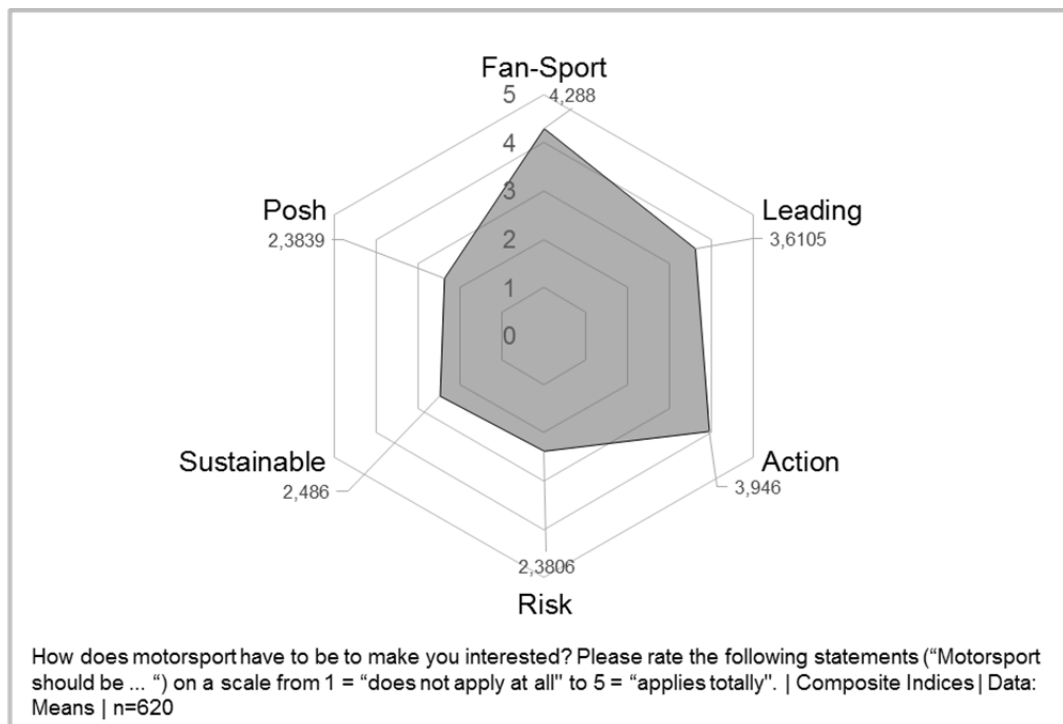


Figure 4: Image Attributes of Ideal Motorsport from a Fan's Perspective⁵

A direct comparison of these findings with Formula 1 and Formula E is presented in figure 5:

⁴ Legend: Figure 4 shows the mean values of the respondents (n=610) with regards to what they think about how an 'ideal' motorsport should be. The dimension 'action' for example, consists of the four image items 'loud', 'fast', 'unique', and 'emotional', which are all equally weighted. Displayed is the mean value of this dimension over all respondents.

⁵ Vgl. Lucas/ Woisetschläger (2016).

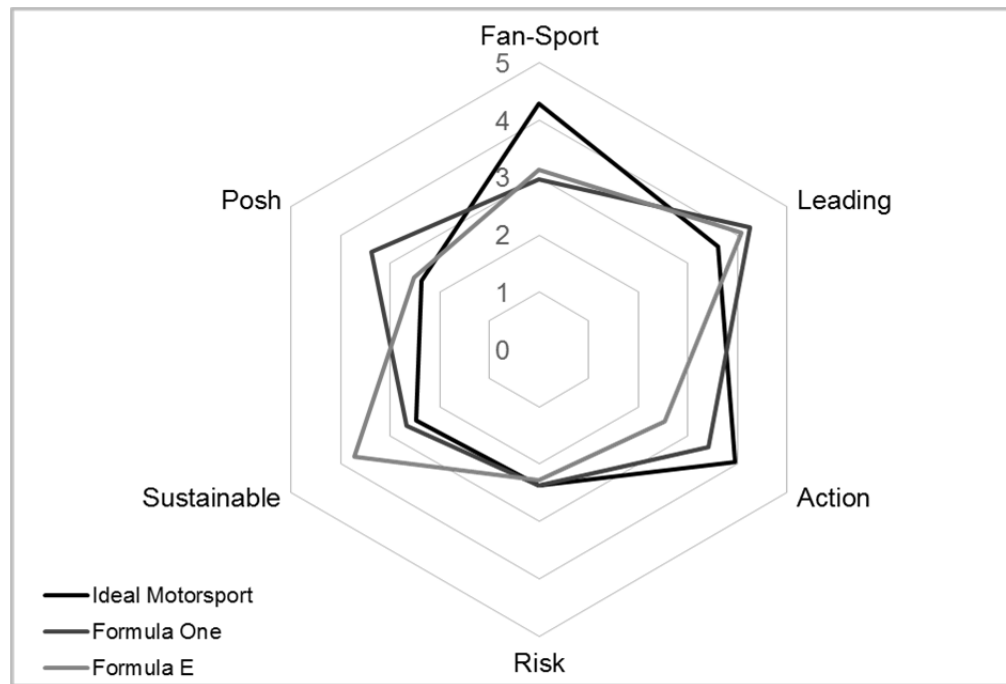


Figure 5: F1 & FE in Comparison to an Ideal Motorsport⁶

The black line in figure 5 represents the ideal motorsport, the grey lines characterize the images of Formula 1, or Formula E respectively. As one can see both motorsport racing series (F1 & FE) have shortcomings with regards to being a ‘Fan-Sport’ that is accessible, open to fans and thus interesting, fun to watch and exciting. With regards to ‘Action’ Formula E performs significantly worse than Formula 1, but on the other important dimension of ‘Leading’ both racing series exceed expectations and so confirm their aspiration to be the leading racing series. It is also interesting to see that both racing series have their own and individual character. Thus F1 is perceived as being a glamorous and youthful ‘Posh’ sport, whereas FE is being perceived as a very eco-friendly and ‘Sustainable’ sport.

The question remains why so many car manufacturers are currently entering Formula E in spite of the bad image fit to the ideal motorsport requested by fans. There might be and are (in the case of the DTM, for example) other motorsport series which offer a better fit (cf. Lucas & Woisetschläger, 2016) and are thus better able to enhance a sponsor’s brand image, as this strong overcompensation might not be valued by the recipients who are also considering the other five remaining dimensions simultaneously (further research on this is needed). Hence, ‘corporate/brand image enhancements’, proposed as a likely sponsorship objective cannot be the true reason for car manufacturers to enter Formula E.

The other likely reason for sponsorship (cf. chapter 2.1) is to use this Formula E motorsport platform as a means to demonstrate one’s products and services. The idea behind this sponsorship objective is to showcase the products to a broader au-

⁶ Vgl. Lucas/ Woisetschläger (2016).

dience either directly on-site to spectators (e.g. as in the case of Mercedes-Benz with their 'Experience World' located in the F1-Fan-Villages at the races, showcasing their present fleet of cars) or indirectly by showcasing the technical performance abilities on the racetrack itself. But the question here is what the sponsorship strategy would look like if the performance level is inferior to the leading competitors. If showcasing the performance superiority is the sponsorship objective, then the sponsor would have to terminate its sponsorship if the sponsee does not win (e.g. as in the case of Toyota, ending their F1 engagement in 2009, after, *inter alia*, to not being able to win a single race in 8 consecutive years (Hamilton, 2009)). Hence, demonstrating one's products and services can also not be the real reason why so many car manufacturers currently enter Formula E, as only very few companies can be leading in this competition.

4 Discussion and Managerial Implications

The findings presented here suggest that the current research on sponsorship is limited with regards to not being able to explain the empirical world we are currently living in, as it is unable to explain the current attractiveness of Formula E among car manufacturers. This of course has severe consequences as it might lead to further drifting apart of the academic knowledge about sponsorship and the practical reality. Hence, it might lead to a situation in which the academic sponsorship research is getting trapped by digging deeper and deeper into the subject, while the practical sponsorship reality is moving towards new contexts.

The present text suggests that the concept/framework of disruptive innovation (cf. Chapter 2.4) might be a helpful facilitator for understanding the current situation. As it was shown, a disruptive innovation like electric powered cars at present does not satisfy the product performance needs of the low end of the market, but it will progress following a predictable trend to meet these needs after some time. This progress can now be altered and intensified by investing more resources into its development. This means that entering a fierce competition at the extreme end of a market and working with the lead users of one's industry, might accelerate the development trajectory of reaching the performance needs of the low end of the market first before satisfying higher performance needs. And reaching higher performance levels ahead of their competitors can give companies a real competitive advantage. Figure 6 shows this development graphically.

Therefore, it can be argued that there is a new and presently unknown sponsorship objective that needs further investigation. The findings of this study suggest that this new sponsorship objective is about putting oneself into the position of being able to test and improve one's performance levels in a competitive environment (see also FIAFormulaE, 2014). Hence, it is about 'learning'. And in the case of Formula E, the sponsorship efforts of the various car manufacturers are targeted at 'learning'

about electric cars, electric drive-trains, battery technology, as well as more efficient battery management systems, among other things.

The remaining question might be whether it would not be sufficient to simply ask businesses, marketing and sponsorship managers about the reasons for their sponsorship engagement, the current predominant practice (in academics as well as practical businesses, as shown in Chapter 2.1). The reason is, as stated, that this sponsorship objective is specifically about gaining a competitive advantage, which is to say an objective that is strategically important for an organisation and therefore highly confidential.

With regards to managerial implications, especially in the area of sports and motor-sports in particular, it has to be stressed that stringent and lasting rules and regulations should be the primary objective of the Formula E racing series in order to be attractive to car manufacturers. Present and past examples show that this is often not the case, which is affecting the strategic planning of bigger corporations like BMW, Mercedes-Benz, or Audi. Manufacturers need to influence these rules and regulations in order to be able to plan and develop with foresight and intention.

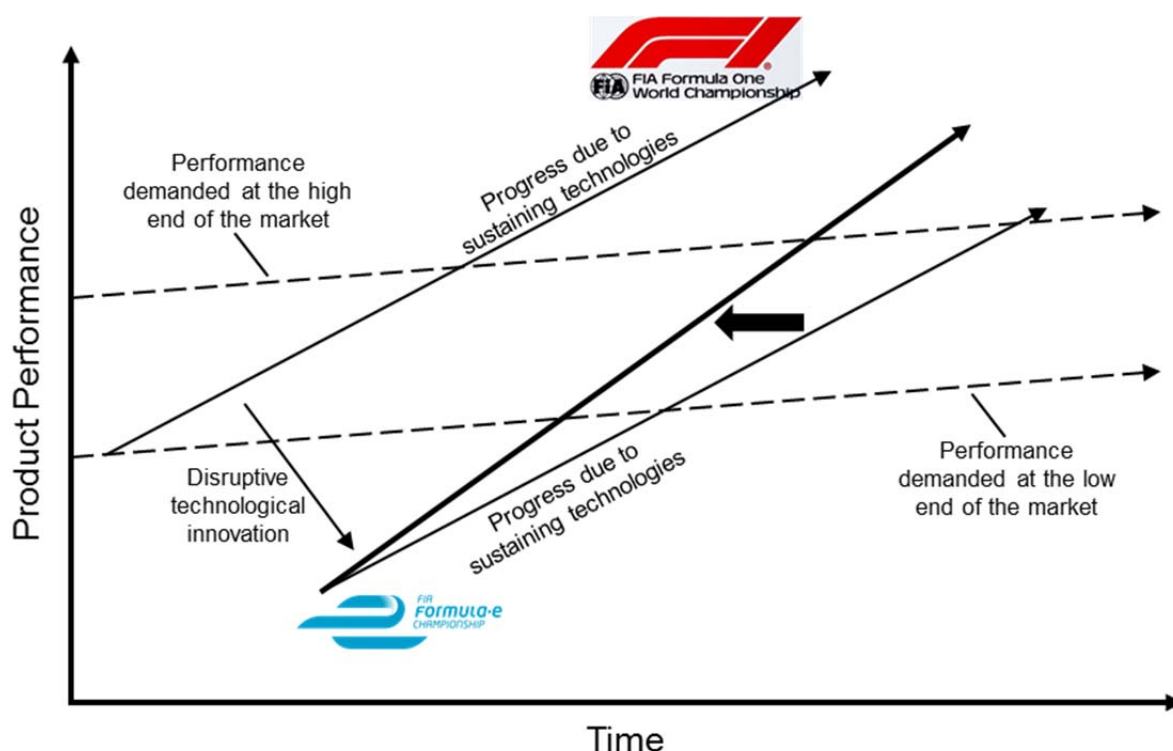


Figure 6: Enhanced Development Trajectory of Disruptive Innovation due to Formula E Sponsorship

Source: own illustration, based on Christensen (1997)

Looking at Formula E’s announcements during its second season of what will be open to individual development (e.g. an independent advancement of the battery

from season three onwards (Lucas & Woisetschläger, 2016)), it seems that this has changed and for the third season only a new and more powerful but still identical battery system was offered for all teams (FIAFormulaE, 2017). In season four, Formula E postponed the opportunity for manufacturers to build their own batteries even further until season eight (2021/2022) or even 11 (Mitchell, 2017). Hence, for a strategic long-term investment into this sport these developments might just be too unstable.

This means that there must be an opportunity for manufacturers to bundle their voices in order to be able to influence Formula E's decision making with regards to rules and regulations. The Formula One Team Association (FOTA) of the years 2008 until 2014 might just be one example of what this could look like.

5 Limitations and Further Research

Since this study is predominantly an analysis based on secondary data, further empirical research is needed in the areas of brand image and more specifically of the different degrees or intensities of an overcompensation of brand images offered in relation to brand images requested. Additionally, this research also needs to cover the brand image's overcompensation in relation to other adjacent image dimensions.

Furthermore, as the empirical basis of this investigation is already two years old and was done shortly after the inauguration of this new motorsport racing series Formula E, an updated investigation has to follow.

More specifically, with regards to Formula E, the following research questions might be of interest:

- Can Formula E provide the platform for developing the technological knowledge that is needed to advance the car industry?
- What has to be changed and what needs to be stable in the rules & regulations of Formula E, to facilitate such a development?
- What is demanded by the end-consumer? What are his foremost reasons to buy an electric car?
- How did the image values of Formula 1 & Formula E develop lately? (from a consumer's point of view)
- What can be learned from Formula 1 of the 1970s and other industries? (best-practice examples)

With regards to the newly developed sponsorship objective 'learning', there is not yet much more knowledge other than the existence of it. Hence, a further investigation into predictors, outcomes and circumstances is clearly needed. Whether this is a phenomenon that is only relevant for this kind of sport (i.e. motorsport) and this kind of product (i.e. cars) might also be a relevant question for further inquiry. One can easily imagine that this might also be relevant for other innovations, such as

new broadcasting technologies like live 4k streaming, or live 360-degree camera streaming or the like. Also for other sports, where new technologies like hyper-adaptive self-lacing shoes or head-up displays for downhill skiers are tested, this sponsorship objective might be of high relevance.

Additionally, as this is the first kind of approach which combines other disciplines with sponsorship, in this case innovation management, there might be more and other interesting interrelationships to be found. Hence, as this text only laid the theoretical foundation by broadening the view onto the marketing instrument of sponsorship through the investigation of one adjacent discipline (i.e. innovation management), further theoretical as well as empirical research into this and other disciplines is still needed.

6 References

- Aaker, Jennifer L. (1997). Dimensions of Brand Personality. *Journal of Marketing Research*, 347–356.
- Bruhn, Manfred (2017). *Sponsoring: Systematische Planung und integrativer Einsatz [Sponsorship: Systematic Planning and Integrated Use]* (5th edition). Springer DE.
- Chaiken, Shelly (1987). The Heuristic Model of Persuasion. In M. P. Zanna, E. T. Higgins, & C. P. Herman (Eds.) *Social Influence: The Ontario Symposium Vol. 5* (pp. 3–39). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Christensen, Clayton (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press.
- Cornwell, T. B., & Maignan, I. (1998). An International Review of Sponsorship Research. *Journal of Advertising*, 27(1), 1–21.
- Cornwell, T. Bettina (2014). *Sponsorship in Marketing: Effective Communication through Sports, Arts, and Events*. New York: Routledge.
- FIA (2017, October 31). FIA and Formula 1 Set Out Clear Direction For 2021 F1 Power Unit Regulations. Retrieved 14.12.2017 from <https://www.fia.com/news/fia-and-formula-1-set-out-clear-direction-2021-f1-power-unit-regulations>.
- FIAFormulaE (2014, September 09). The Formula E Battery: Q+A with Craig Wilson. Retrieved 14.12.2017 from <http://www.fiaformulae.com/en/news/2014/september/the-formula-e-battery-a-qa-with-craig-wilson.aspx>.
- FIAFormulaE (2017, April 19). Insight: Williams' Updated Battery. Retrieved 14.12.2017 from <http://www.fiaformulae.com/en/news/2017/april/insight-williams-updated-battery/>.

- Hamilton, Maurice (2009, November 4). Toyota Exit may be a Blessing in Disguise for F1. Retrieved 14.12.2017 from <https://www.theguardian.com/sport/blog/2009/nov/04/toyota-quit-formula-one-f1>.
- Keller, K. L. (1993). Conceptualizing, Measuring, and Managing Customer-Based Brand Equity. *The Journal of Marketing*, 1–22.
- Lucas, C., & Woisetschläger, D. (2016, May 19). Motorsport Study 2016: What makes Motorsports Attractive? Retrieved 14.12.2017 from https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/aip-ad/veroeffentlichungen/motorsport-study_2016_english.pdf.
- Mitchell, Scott (2017, December 09). Formula E to keep standard battery until at least 2025. Retrieved 14.12.2017 from <https://www.motorsport.com/formula-e/news/fe-battery-supplier-competition-987025/>.
- Nielsen Sports (2017). Die Wichtigsten Fakten zur Wintersport-Saison 2016/17 [The Most Important Facts for the Winter Sport Season 2016/17]. Retrieved 14.12.2017 from <http://niensensports.com/de/studie-wintersport-saison-2016-2017/>.
- Woisetschläger, D. M., Backhaus, C., & Cornwell, T. B. (2017). Inferring Corporate Motives: How Deal Characteristics Shape Sponsorship Perceptions. *Journal of Marketing*.
- Woisetschläger, D. M., Backhaus, C., Dreisbach, J., & Schnöring, M. (2013, August 22). Sponsoringstudie 2013 – 50 Jahre Fußball-Bundesliga: Von den Anfängen des Sponsoring bis zur Gegenwart [Sponsorship Study 2013 – 50 Years Football-Bundesliga: From the Early Days of Sponsorship until Present Days]. Retrieved 14.12.2017 from www.acurelis.com/system/files/publikationen/sponsoringstudie_2013.pdf.

Mobility in Applied Economics

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

Mobility in Applied Economics

Jan Werner

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

The term mobility has different meanings in various scientific disciplines. In economics, mobility is the ability of an individual or a group to improve their economic status in relation to income and wealth within their lifetime or between generations. However, a definition restricted to socio-economic mobility or labour mobility is rather too short-sighted to describe all aspects of mobility in economics, because mobility can of course also be used in relation to capital mobility or factor mobility. For example, the free movement of goods, services, capital and persons within the European Union (the so-called “four freedoms”) is another important issue of mobility in economics. Capital mobility and tax competition are pressing matters for tax authorities as well as politicians in modern economies, especially under conditions where there are a huge number of supporters¹ and adversaries² of tax competition in economic literature.³

Topics in applied economics include labour economics, development microeconomics, health, education, demography, empirical corporate finance, empirical studies of trade, and empirical behavioural economics.

The diversity of mobility aspects in the field of applied economics is highlighted by the first contribution, entitled “*The Neglect Effect in Security Beta Estimates - An observation of the US stock market from 1933 until 2016*” by Fabian Scheler, Frank Ecker and Jan Werner. This article discusses the fact that security betas play a crucial role in capital markets and corporate finance as a determinant of firms’ cost of equity. While investors apply betas to value stocks, CFOs use them to set appropriate hurdle rates and evaluate projects. The underlying model’s popularity has thereby persisted despite its obviously rigid and seemingly unrealistic assumptions as well as the lack of empirical support. However, estimating appropriate betas is challenging. Academic research has shown that delayed reactions of stock prices to market-wide news can result in distorted regression betas even if monthly returns data is used. This problem can be mitigated if betas are estimated using multiple regressions incorporating lagged market returns. The authors show that adjusting betas in

¹ See Tiebout, 1956.

² See Oates, 1972.

³ See Wilson, 1996.

this way results in higher betas, especially for securities that are likely subject to subdued investor attention and trading activity and defined as neglected stocks.

The second contribution, by Jan Werner, entitled "*The "Pacto Fiscal" in Bolivia - A sound intergovernmental forum or another a toothless paper tiger?*", focuses on the fact that in January 2009, Bolivia adopted a new constitution and, based on this new constitution, the decentralization law in Bolivia established the National Decentralization Council. This council is chaired by the President of Bolivia or his deputy and is composed of representatives of the central government, the governors of the departments, and representatives of the municipal associations and indigenous communities together. A central task of the council is the preparation and negotiation of the so-called Fiscal Pact, which regulates financial relations between the different levels of state (central government, departments and municipalities). A reorganisation of the financial equalisation is urgently needed, as the tasks newly assigned to the sub-national levels (departments and municipalities) are insufficiently funded, and existing financial allocations to individual communities and departments are very different. This paper thus provides a short analysis of Bolivia, and suggests an alternative source of funding for the sub-national administrations

These two contributions discuss important and very different aspects of mobility within applied economics.

References

- Oates, W. (1972): *Fiscal Federalism*, 1. Edition, New York, Harcourt Brace Jovanovic.
- Tiebout, C. (1956): A Pure Theory of Local Expenditures in *Journal of Political Economy*, Volume 64, Issue 5, pages 416-24.
- Wilson, J. (1999): Theories of Tax Competition in *National Tax Journal*, Volume 52, pages 269-304.

The Neglect Effect in Security Beta Estimates – An observation of the US stock market from 1933 until 2016

Fabian Scheler

Assistant Portfolio Manager at ETHENEA Independent Investors AG, Sihleggstrasse 17, 8832 Wollerau, Switzerland, f.scheler@ethenea.com

Frank Ecker

Professor of Accounting at the Frankfurt School of Finance and Management, Adickesallee 32-34, 60322 Frankfurt am Main, Germany, frank.ecker@fs.de

Jan Werner

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

1	Introduction	178
2	The Neglect Effect in Security Beta Estimates	179
3	Conclusion.....	183
4	References	183

Abstract:

Security betas play a crucial role in capital markets and corporate finance as a determinant of firms' cost of equity. Academic research has shown that delayed reactions of stock prices to market-wide news can result in distorted regression betas even if monthly returns data is used. This problem can be mitigated if betas are estimated through multiple regressions incorporating lagged market returns. We show that adjusting betas this way results in higher betas especially for securities that are likely subject to subdued investor attention and trading activity. We furthermore show that delayed reaction to market-wide news is more likely to occur in markets characterized by small-stock outperformance, bull markets and during periods of economic expansion.

JEL Classification: H7, H2, H1

Keywords: Security Beta, Cost of Equity, Neglected Stocks, Capital Asset Pricing Model

1 Introduction

More than 50 years since its initial introduction, the Capital Asset Pricing Model (CAPM) is one of the most important concepts in corporate finance and widely used by academics as well as practitioners. Surveys have repeatedly underpinned its practical relevance by showing that CFOs are highly likely to apply the CAPM to estimate hurdle rates when taking capital budgeting decisions (see, for instance, Graham and Campbell (2002)). In the investment community, Discounted Cashflow Models using CAPM beta estimates to set discount rates are a standard tool for company valuations.

This is the case despite of the broad body of literature that has frequently criticized the concept for its rigorous assumptions and potential lack of real-world applicability resulting from those. While those drawbacks have been discussed extensively and are generally well understood, the CAPM nevertheless offers the great advantage of providing an elegant single-factor valuation framework that is simple, intuitive and theoretically sound. The model assumes that investors generally optimize the mean-variance (return-risk) profile of their portfolio and thereby have to choose a combination of the risk-free rate (R_f) and the market portfolio consisting of all risky assets (T). As, in this case, all non-systematic risk can effectively be diversified away and should therefore not be compensated for, any asset's expected return is therefore determined by its contribution to the risk of the market portfolio, called its systematic risk.

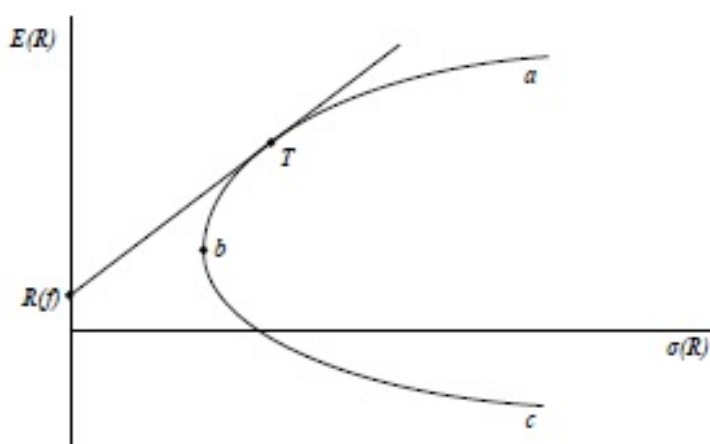


Figure 1: CAPM Investment Opportunities

The systematic risk is given by the regression coefficient (β) of the linear regression of a security's returns on the market's returns, resulting in the following single-factor model for the security's expected return.

$$\mu_i = r_f + \beta_i(\mu_M - r_f)$$

Given the widespread use of this model in the investment community and among corporate finance practitioners, it is reasonable to assume that the beta can have a significant impact on individual firms. Its proper estimation is therefore of crucial importance. However, various market frictions might in fact cause a situation where the simple linear regression does not adequately capture a firm's true systematic risk. Potential distortions in beta estimates of neglected stocks may result from a lack of investor attention and/or trading activity.

2 The Neglect Effect in Security Beta Estimates

Numerous papers studying security betas have found that smaller firms (as defined by market capitalization) have lower betas than larger firms. As Ibbotson, Kaplan and Peterson (1997) pointed out, this is counterintuitive as, in any discounted cashflow model, a riskier cashflow (with a higher beta) should result in a lower present value (or market capitalization) compared to an equally high, but less risky cashflow (with a lower beta). It therefore seems likely that the observed lower regression betas of smaller firms reflect beta estimation problems.

In this context, Ibbotson et al. suggested that lower small-stock betas might result from delayed reaction of such stocks to market-wide news and that this delay manifests itself even in monthly returns data. They therefore suggested the application of an adjusted beta, estimated through multiple regression of the security's returns on contemporaneous and lagged market returns. As betas are generally additive, the adjusted beta, also referred to as sum beta (β_{sum}) is then calculated as the sum of all regression coefficients.

$$R_t - R_{ft} = \alpha + \beta(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{-1}(R_{mt-1} - R_{ft-1}) + \varepsilon_t$$

While Ibbotson et al. analysed sum betas incorporating one month of lagged returns only, this regression equation can be extended further depending on the assumed delay of the security's reaction to market-wide news. We refer to the difference between the simple security beta estimated on contemporaneous returns and the sum beta as a measure of the delay in the security's reaction to market-wide news as β_{gap} .

Instead of referring to small stocks only, we prefer the term "neglected stocks" to allow for other factors that might result in delayed reactions to market-wide news. We evaluate the following factors that potentially cause subdued investor attention and delayed trading activity.

- Size as measured by the market value of all shares outstanding (market capitalization)
- Nominal turnover in the firm's shares
- Relative turnover in percent of market capitalization
- Nominal share price
- Bid-ask spreads
- Number of market makers covering the firm

- Institutional ownership in the firms' shares in percent
- Period change in institutional ownership

Additionally, we evaluate the relationship between these empirical proxies for neglect and the observed difference in beta estimates (β_{gap}) and the following time-varying factors that might impact the responsiveness of neglected stocks to market-wide news for the period between 1933 and 2016.

- Market breadth indicator, defined as the relative performance of the equal-weighted market index and the value-weighted index, indicating whether market moves are broad based or driven by a small number of large firms
- Bull-Bear-indicator, defined as absolute performance of the market index
- Recession indicator, defined by the National Bureau of Economic Research (NBER), indicating economic expansion or contraction

Unfortunately, data on institutional ownership and market makers is only available in the United States and for a short period of time (2000–2016). Our research is based on three datasets provided by Compustat and the CRSP, containing security returns for US stocks between 2000 and 2016 (first dataset) and European stocks between 2001 and 2016 (second dataset) as well as US stocks between 1930 and 2016 (third dataset). Data on market makers is provided by the CRSP and institutional ownership data was retrieved from the Thomson Reuters 13F database. We estimate regression betas and adjusted regression betas on a monthly basis using 24 months rolling windows.

For the first US dataset (2000–2016), untabulated descriptive statistics based on portfolios formed on neglect measures indicate that simple beta estimates are indeed negatively correlated with size, turnover, turnover in percent of market capitalization, bid-ask spreads and institutional ownership. At the same time stocks with extreme values for neglect proxies also experience the largest difference between simple regression betas and adjusted betas (β_{gap}).

The following table provides results of the multiple regression of the difference between adjusted betas (1 and 2 months of lagged returns) and simple betas (β_{gap} and β_{gap2}) on the respective neglect factors. It shows that β_{gap} is significantly negatively correlated with the number of market makers, the percentage of institutional ownership and the delta in institutional ownership, but positively correlated with bid-ask spreads and turnover in percent of market share.

Size and turnover are subject to a high degree of multicollinearity, but are both negatively correlated with β_{gap} when regressed separately. This indicates that a higher number of market makers, higher percentage of institutional ownership and higher changes in the percentage of institutional ownership as well as lower bid ask-spreads result in lower cross-autocorrelation of security returns. Larger size and turnover also reduce the level of cross-autocorrelation, but at a lower significance

level when controlling for the other neglect proxies. Results for turnover in percent of market capitalization and nominal share price are less straight-forward to interpret.

VARIABLES	(1) β_{gap}	(2) β_{gap2}	(3) R_{gap}^2	(4) R_{gap2}^2
log mkt cap	-0.0776* (0.0427)	0.114** (0.0477)	0.00314 (0.00245)	0.00802*** (0.00214)
trnovr %	0.360*** (0.0927)	-0.195* (0.107)	0.00386 (0.00402)	0.00702 (0.00438)
share price	-3.97e-08 (1.63e-07)	-4.51e-06*** (2.04e-07)	-6.89e-07*** (1.63e-08)	-2.33e-07*** (6.62e-09)
market makers	-0.00711*** (0.00138)	0.00410*** (0.00148)	-7.72e-05 (7.40e-05)	-1.29e-05 (7.04e-05)
bid-ask	0.000531*** (0.000159)	-0.000230 (0.000159)	5.29e-05*** (1.26e-05)	9.93e-06 (1.01e-05)
inst ownership	-0.292*** (0.0957)	-0.199* (0.106)	-0.0171*** (0.00521)	-0.0411*** (0.00539)
δ inst ownership2	-0.273*** (0.0777)	0.253*** (0.0954)	0.000998 (0.00482)	0.00640 (0.00449)
Constant	0.542*** (0.119)	-0.288** (0.132)	0.0352*** (0.00701)	0.0249*** (0.00596)
Observations	85,560	85,226	85,560	85,226
R-squared	0.011	0.002	0.003	0.004
Number of ID	3,804	3,786	3,804	3,786

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Table 1: Results of the multiple regression of the difference between adjusted betas

We obtain similar results with respect to the role of size and turnover for European stocks as well as for the long-term sample of US stocks including returns since 1933.

We complement this analysis with a long-term study of the time-conditional effects described earlier. As data on ownership, market makers and bid-ask spreads is not available for the long-term sample, this analysis is naturally restricted to size, turnover and turnover in percent as well as nominal share price. We therefore perform time-series regressions for each of these neglect factors on all three time-varying indicators, separately for size-based decile portfolios.

The results indicate that β_{gap} is significantly correlated with all three factors across different neglect portfolios. Furthermore, β_{gap} increases when small stocks deliver strong performance (market breadth). The coefficient on the bull markets indicator is significantly positive only for 6 portfolios, and turns negative for the largest-firm portfolio. These results suggest that, for all but the largest size decile, stocks tend to react more timely to market-wide news in bear markets. In all but one specification, the NBER recession dummy is negatively correlated with β_{gap} implying that the degree of cross-autocorrelation present in security returns tends to decrease in recessions.

Size Decile	Smallest	5.154***	5.209***	5.588***	6.191***	4.310***	3.218***	2.793***	2.773***	Largest
Market Breadth	3.324***	5.154***	5.209***	5.588***	6.191***	4.310***	3.218***	2.793***	2.773***	1.596***
	-0.74	-0.901	-0.934	-0.896	-0.814	-0.824	-0.674	-0.533	-0.427	-0.214
Bull-Bear	3.297***	3.170***	1.786**	1.475**	1.815***	0.465	0.921*	0.132	0.051	-0.839***
	-0.464	-0.606	-0.963	-0.661	-0.575	-0.581	-0.48	-0.397	-0.304	-0.19
NBER Recession	-0.000518	-0.00284*	-0.00390**	-0.00562***	-0.00806***	-0.00595***	-0.00588***	-0.00607***	-0.00294***	-0.00177***
	-0.00126	-0.0016	-0.00156	-0.00142	-0.00118	-0.00116	-0.000953	-0.000826	-0.000734	-0.000327
Constant	0.259***	0.259***	0.239***	0.228***	0.208***	0.178***	0.134***	0.112***	0.0639***	0.0146***
	-0.0063	-0.00925	-0.0106	-0.00962	-0.00886	-0.00909	-0.00733	-0.00613	-0.00462	-0.00206
Observations	944	944	944	944	944	944	944	944	944	944
R-squared	0.05	0.047	0.036	0.054	0.097	0.049	0.055	0.071	0.06	0.114

Table 2: The coefficient on the bull markets indicator

3 Conclusion

Incorporating lagged market returns in beta estimation results in significantly higher average beta estimates compared to simple regression betas for firms that are likely neglected by the market. This is most likely attributable to delayed reaction of respective stocks to market-wide news (cross-autocorrelation) either due to a lack of investor attention and/or trading activity. While the magnitude of this effect correlates with firm size as measured by market capitalization and turnover in a firm's stock, multiple regressions reveal that other empirical proxies for neglect are not fully explained by the primitive variables size and turnover: We find a significant relationship between delayed reaction to market-wide news and bid-ask-spreads, the number of market makers covering a stock, the level of institutional ownership and the magnitude of changes in institutional ownership for US stocks between 2000 and 2016. According to these findings, betas incorporating one-month lagged market returns tend to be significantly higher for firms with higher bid-ask-spreads, fewer market makers and lower levels of institutional ownership as well as low change in institutional ownership, indicating that those stocks tend to react later to market-wide news. Overall, we conclude that standard regression betas underestimate the level of systematic risk to which investors in such stocks are exposed.

Furthermore, US data between 1933 and 2016 reveals that the observed difference between simple regression betas and adjusted betas incorporating lagged returns (β_{gap}) is not stable over time, but significantly varies with the relative performance of small firms compared to large firms (market breadth), the absolute performance of the market (bull-bear) and economic activity (NBER recession). The effect of incorporating lagged market returns in the beta estimation tends to be more pronounced during small-stock driven markets, bull markets and during economic expansions. This indicates that stocks tend to react faster to market-wide news during large-cap driven markets, bear markets and economic contractions. These results do not seem to be impacted by multicollinearity issues. This evidence suggests that investors are especially likely to underestimate the systematic risk of those stocks when they experience a favourable environment (small-cap driven markets, bull markets and economic expansions).

4 References

- Graham & Campbell, 2002. How Do CFOs Make Capital Budgeting and Capital Structure Decisions?. *Journal of Applied Corporate Finance*, 3, pp. 8–23.
- Ibbotson, Kaplan & Peterson, 1997. Estimates of Small Stock Betas Are Much Too Low. January.

The “Pacto Fiscal” in Bolivia – A sound intergovernmental forum or just another toothless paper tiger?

Jan Werner

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

1	Short analysis of Bolivia.....	185
2	Alternative funding sources for the sub-national administrations.....	189
3	Conclusion	190
4	References.....	191

Abstract:

A range of intergovernmental forums exists around the world, and their political success varies from country to country. In January 2009, Bolivia fixed a new constitution, which places emphasis on the values of liberty, independence, self-determination, democracy, equality of opportunity, decentralisation and autonomy in the country, now renamed ‘the Plurinational State of Bolivia’. Based on this new constitution, the decentralization law in Bolivia established the National Decentralisation Council. This council is chaired by the President of Bolivia or his deputy and is composed of representatives of the central government, the governors of the departments, and representatives of the municipal associations and indigenous communities together. A central task of the council is the preparation and negotiation of the so-called Fiscal Pact, which regulates financial relations between the different levels of state (central government, departments and municipalities). A reorganization of the financial equalization is urgently needed as the tasks newly assigned to the sub-national levels (departments and municipalities) are insufficiently funded, and existing financial allocations to individual communities and departments are very different. The partially weak provision of public services in individual sectors is also a consequence of outdated and unequal fiscal equalization. This paper thus provides a short analysis of Bolivia, and suggests an alternative source of funding for the sub-national administrations.

JEL Classification: H7, H2, H1

Keywords: Fiscal Autonomy, Grants, Bolivia

1 Short analysis of Bolivia

The institutional arrangements and responsibility for fiscal transfer and the respective equalization differ between countries. The responsible institutions can be classified as follows:

- A central government **agency** (“It’s sink or swim”)
MoF as in Poland, Italy and China
- The national **legislature** (“A cobbler should stick to his last”)
The Brazilian constitution has fixed the Senate of Brazil
- An intergovernmental **forum** (“avoid a toothless paper tiger”)
Canada, Indonesia, Germany and Montenegro
- An independent agency / **grant commission** (“political outsourcing”)
Australia, India, South Africa and Uganda

Bolivia is a country of topographical and ethnic diversity, with tropical lowlands and cold, barren highlands and mountain ranges. According to the 2012 census, Bolivia has a population of around 10 million and around 41 % of Bolivians identify themselves as indigenous. Bolivia has a total of 36 different ethnic groups, but most of the country’s indigenous people belong to the Quechua and Aymara communities. Bolivia is the third poorest country in Latin America after Haiti and Paraguay, and despite some improvements in recent years, more than 50 % of its people are still classed as poor. The following figure presents the development of the Current Account as a percentage of GDP in Bolivia from 1977 to 2016.

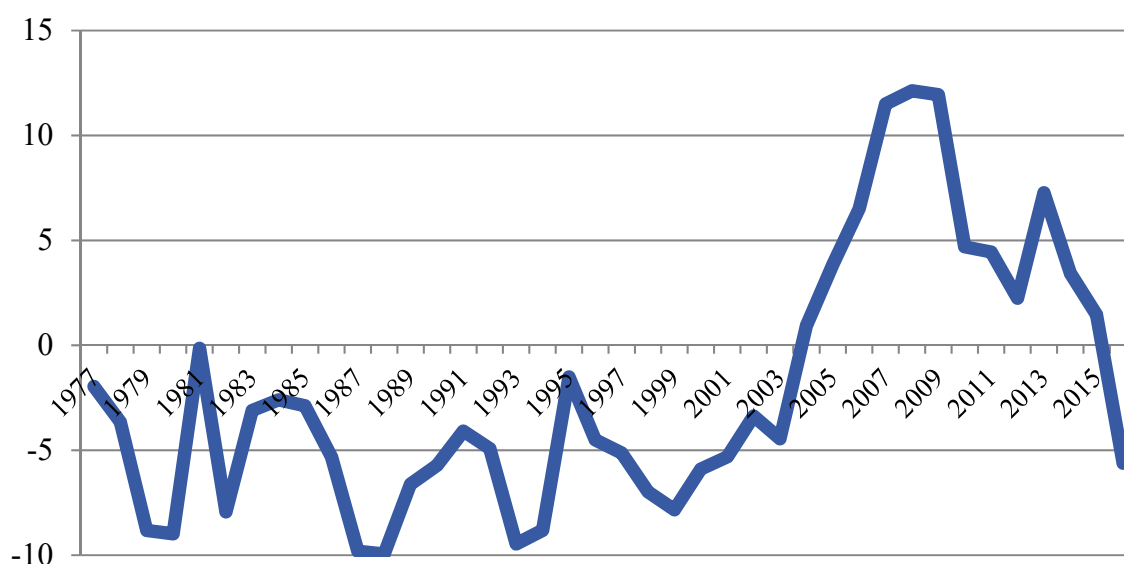


Figure 1: Development of the Current Account as a percentage of GDP in Bolivia from 1977 to 2016

Source: Werner, 2017

In the mid-1980s, after decades of military dictatorship, Bolivia began to privatize its state-owned enterprises and initiate reforms, with a focus on citizen participation and decentralization of governance in the education, health and justice systems. The country's first national poverty reduction strategy was devised in dialogue with the Bolivian people.

From 2006, however, the trend towards privatization was reversed. In January 2006, following a landslide victory for his Movement towards Socialism in early parliamentary elections, Evo Morales became Bolivia's first indigenous president. He seeks to introduce sweeping economic and political changes geared to the interests of the indigenous rural and mainly unionised majority population, and is thus charting a new course for the country. A firm advocate of the concept of *Vivir bien* ("Living well"), Evo Morales has introduced various social welfare programmes which provide grants for school students and direct payments to pregnant women, new mothers and senior citizens as a means of promoting income redistribution within society. The following figure shows the development of public expenditure on education as a percentage of GDP in Bolivia for the period 1994–2014

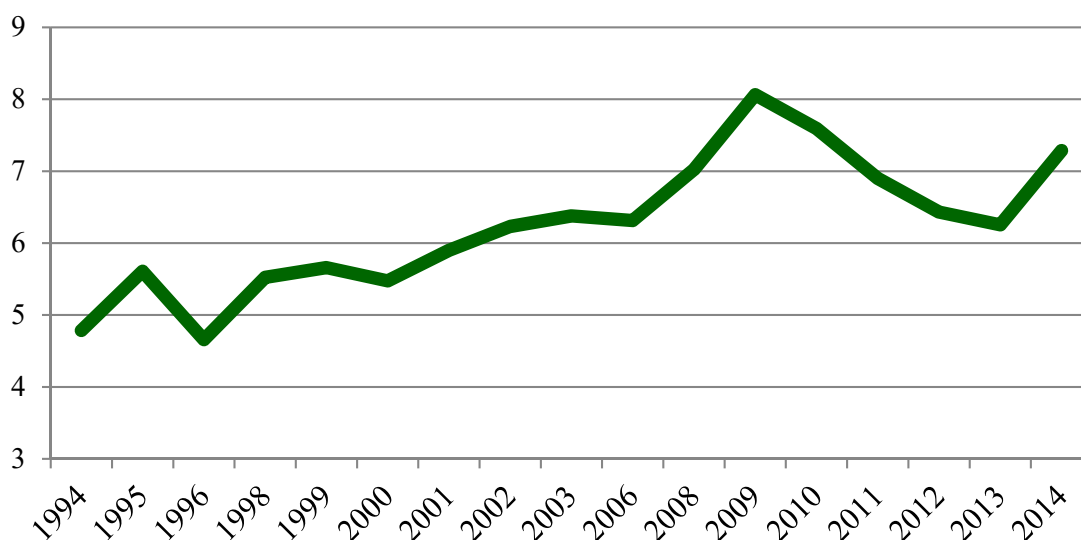


Figure 2: Public expenditure on education as a percentage of GDP in Bolivia 1994–2014

Source: Werner, 2017

In January 2009, Bolivia adopted a new constitution, which places emphasis on the values of liberty, independence, self-determination, democracy, equality of opportunity, decentralization and autonomy in the country, renamed 'the Plurinational State of Bolivia under the new constitution'.

Due to high commodity prices – mainly for gas and oil – economic growth in Bolivia averaged 4.9 % between 2004 and 2014. The favourable economic context led to a reduction in moderate poverty, from 59 % in 2005 to 39 % in 2014, while the Gini Index fell from 0.60 to 0.47 in the same period. However, low international prices for gas put considerable pressure on the public finance system in Bolivia. The fol-

lowing four figures show the development of tax revenues, the tax structure and the different revenue structures of the departmental governments.

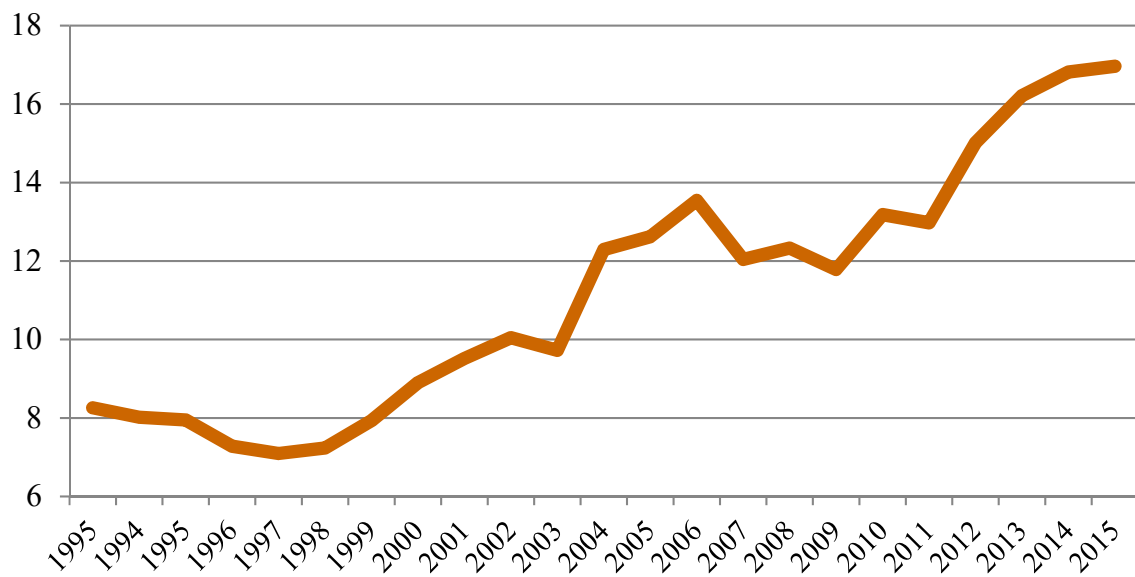


Figure 3: Tax revenues as percentage of GDP in Bolivia from 1995 to 2015

Source: Werner, 2017

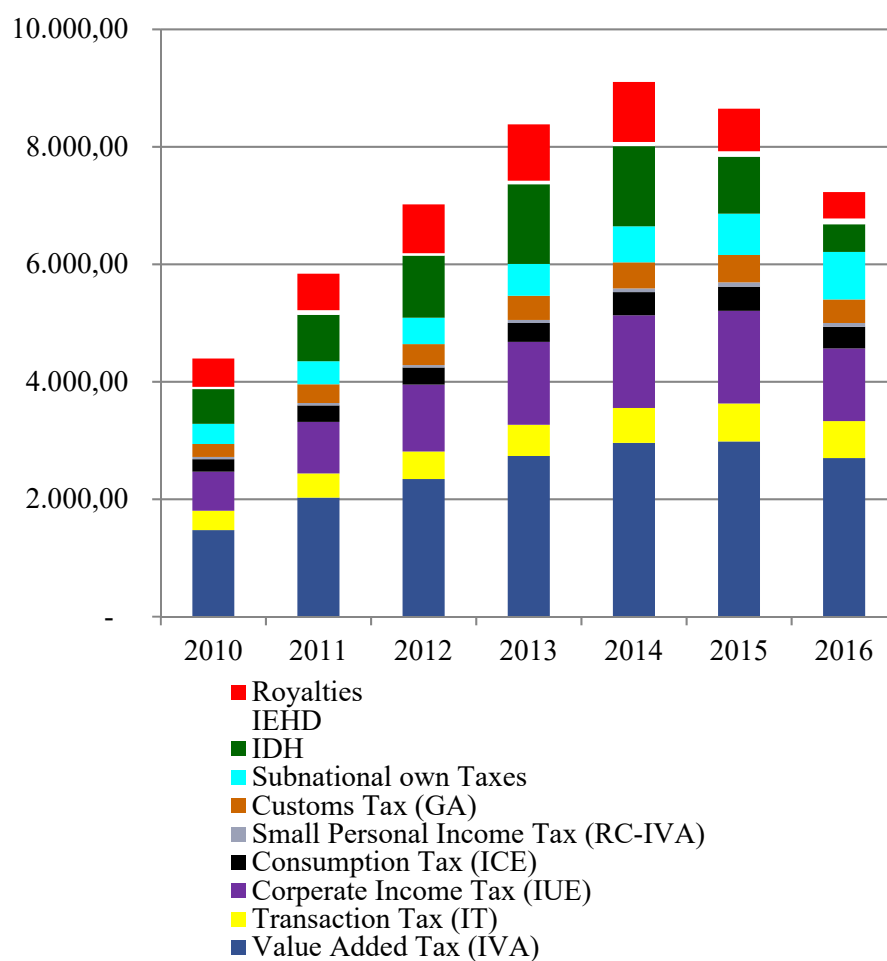


Figure 4: Tax structure in Bolivia measured in millions of US dollars from 2010 to 2016

Source: Werner, 2017

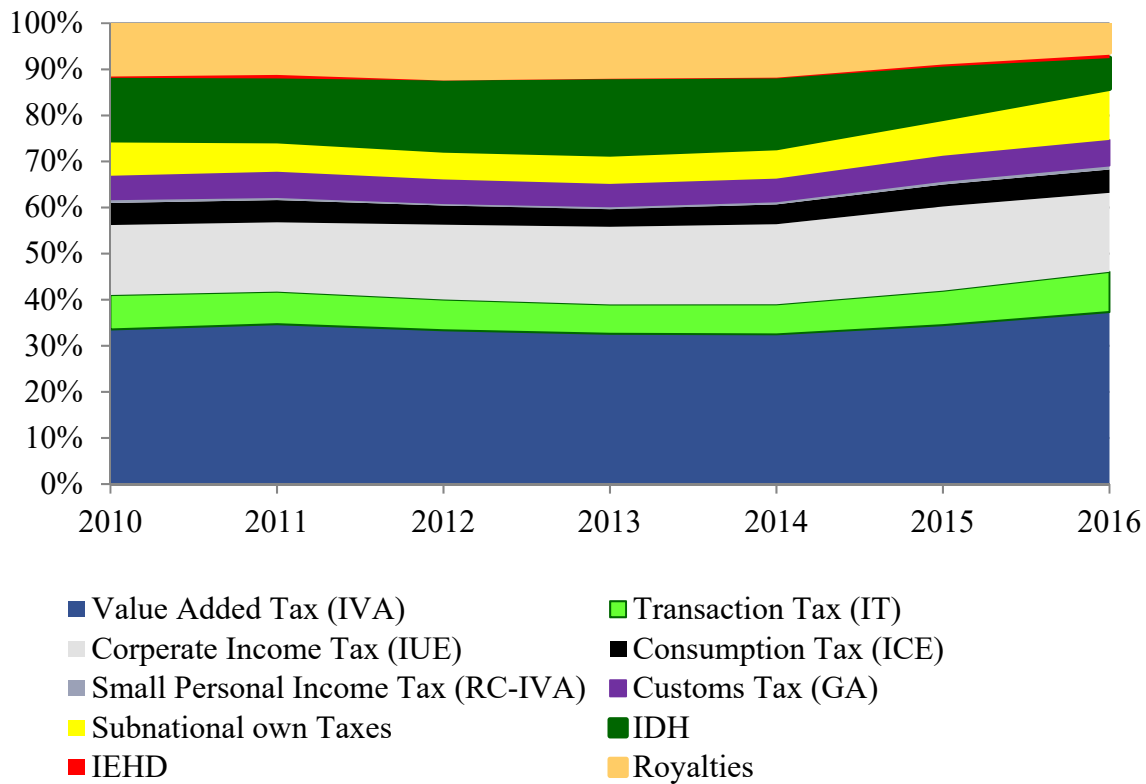


Figure 5: Tax structure in Bolivia measured in relative terms from 2010 to 2016

Source: Werner, 2017

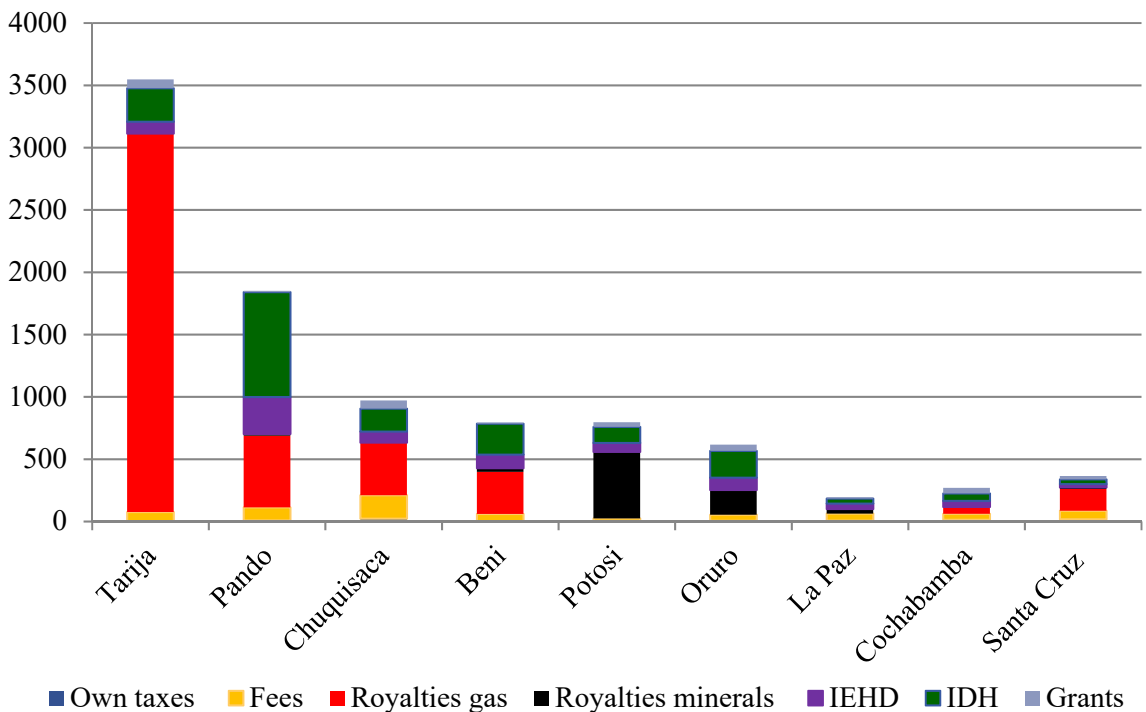


Figure 6: Revenue structure of the departmental governments without the municipalities in 2016

Source: Werner, 2017

2 Alternative funding sources for the sub-national administrations

The Bolivian public finance system can be evaluated by a SWOT matrix in the following manner:

Strengths

- Bolivia increased the “tax ratio” from 8 % in 1995 to 16 % in 2015.
- Bolivia invests a relatively large amount in public education.

Weaknesses

- The total tax revenues have decreased by 26 % from 2014 to 2016.
- The departmental governments have no tax autonomy and are dependent on revenues from natural gas and minerals.
- The revenue structure between the nine departmental governments is not balanced.
 - No horizontal equalization
 - Rivalry between urban and rural areas

Opportunities

- With the Pacto Fiscal, Bolivia has an intergovernmental forum for dialogue.
- The local currency, the Boliviano, has been quite stable over the last five years and the forecast for worldwide demand for oil and gas predicts higher prices in comparison with 2016

and Threats

- Fluctuation of world oil and gas prices affected by external factors
- Political instability

Based on the brief analysis and SWOT matrix, the public finance system in Bolivia should be reformed through the following measures:

(1) Introduction of the new Bolivian National Resource Fund / “El Fondo Nacional Boliviano de Recursos”

Revenues from oil and gas are affected by the world price. One solution to help the country avoid the negative consequences arising from price fluctuations or the so-called Dutch disease are national resource funds, which have been set up in different forms in various countries. These national resource funds include, inter alia, funds such as the Alaska Permanent Fund, the Government Pension Fund Global in Norway, and the Stabilisation Fund of the Russian Federation (see Werner, 2012 for a detailed overview).

The “Fondo Nacional Boliviano de Recursos” could accumulate revenues from the export duty for oil and the tax on oil mining operations when the oil price exceeds the set cut-off price. The following figure explains the concept of such a fund:

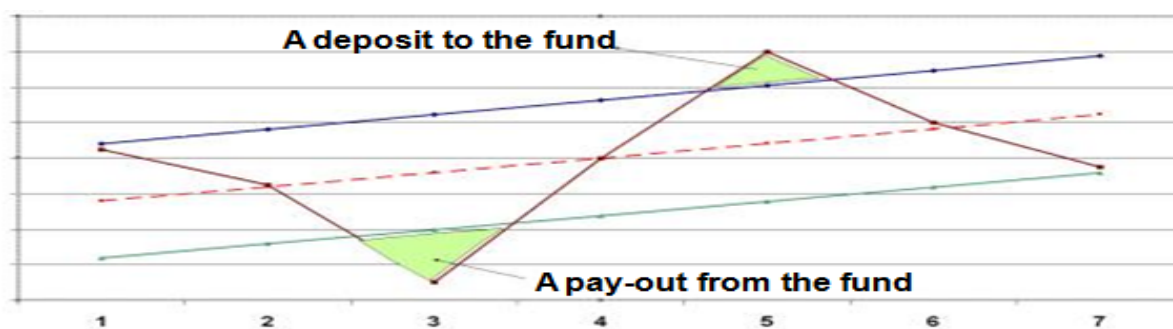


Figure 7: Concept of the suggested Fondo Nacional Boliviano de Recursos

Source: Werner, 2017

(2) Abolition of the RC-IVA and introduction of the “Impuesto por la salud nacional” as a general poll tax or a personal income tax

In Bolivia a real personal income tax does not exist, because the low personal income tax is deductible from the value added tax and the revenues from the RC-IVA are, at 0.8 % of all nationwide tax revenues, highly insignificant.

However, since the anti-tax riots of 2003 and the resignation of President Gonzalo Sánchez de Lozada, the subject of personal income tax has been a political hot potato in Bolivia and an issue that is no longer discussed rationally. For this reason, all revenues from this form of general PIT known as an “Impuesto por la salud nacional” should be devoted to strengthening the public health system in Bolivia if it is to have a serious chance of political implementation.

(3) Revision of the transfer system (vertical as well as horizontal)

- New census every three years to determine the population as the main distribution factor for the grants
- Consideration of the nine departmental governments in the tax-sharing system of seven national taxes
 - + 5% for the departmental governments (first consideration),
 - - 5% for the central government
- Installation of a sunset clause for the equalisation formula to ensure continuous discussion and ongoing revision of the equalisation system

3 Conclusion

Bolivia achieved huge economic and social advances from 2004 to 2014. Because of a fall in commodity prices since then, the central government has implemented counter-cyclical policies and an ambitious five-year investment plan (PDES). In the context of low commodity prices and an expected decline in the production of gas

and minerals, a rebalancing of policies is needed to preserve social gains, limit the development of macro vulnerabilities, and support sustainable and inclusive growth.

It is hoped that all political stakeholders will use the concept of the Pacto Fiscal to discuss their different viewpoints behind closed doors in a productive way. Only then will it be possible to avoid political tension as experienced in Venezuela, and only then will the participants in the Pacto be able to decide for themselves if the Pacto Fiscal is a sound intergovernmental form for a future and common reform process or just another toothless paper tiger.

4 References

- Werner J. (2017): Kurzgutachten für die GIZ Bolivien am 8. Oktober 2017.
- Werner, J. (2012): Revenues from National Resource Taxation – both a blessing and a curse in Werner, J. / Sucky, E. / Biethahn, N. and Grube, G. (2012): Mobility in Globalised World, Logistik & Supply Chain Management Issue 6, Bamberg, Germany, University of Bamberg Press, page 45–50.

Mobility in Engineering

Mobility in a
Globalised World



Economics
Engineering
Informatics
Logistics
Urban Planning

What can we still expect of diesel engines?

Reinhard Kolke (Dr.-Ing.), Andrea Gärtner (Dipl.-Ing. (FH))

ADAC e.V. – Otto-Lilienthal-Str. 2 – 86899 Landsberg am Lech/Germany
reinhard.kolke@tzll.adac.de

1	Status quo	196
2	Euro 6 exhaust emission limits, WLTP and RDE	198
3	ADAC EcoTest.....	201
4	National Diesel Forum (Germany).....	207
5	The effect of the software update (rectification) and retrofit for diesel cars	207

Abstract:

Stricter emission and immission regulations have resulted in increasingly high requirements for passenger cars. Diesel cars, in particular, have been at the centre of the public environmental debate. Whereas several years ago the focus was chiefly on particulate matter (PM10) and soot particles, diesel vehicles have meanwhile been identified as the main sources of nitrogen oxide emissions (NOx/NO2). Therefore, with more emphasis on traffic restrictions, car drivers' uncertainty is increasing. ADAC studies will show whether diesel may still play a role in the future.

JEL Classification: L62, O30, O33, R41

Keywords: Diesel, emission, Euro 6, WLTP, EcoTest

1 Status quo

The EU Commission is preparing to file legal action against the German federal government for the fact that the air pollution limits, especially of nitrogen dioxide NO₂, are exceeded in several German cities. DUH, a German environmental organisation, has filed several lawsuits against German cities, demanding compliance with legal immission limits. Consequently, there is a risk of administrative courts paving the way for potential driving bans.

Especially owners of older diesel vehicles, who would be affected by the driving bans, fear the depreciation in value of their cars. Commuters are uncertain about the means of transport they should choose for commuting to work in the future.

1.1 Development of emissions und immissions

The real emissions of vehicles, especially those equipped with a diesel engine, have by no means decreased to the extent suggested by the stricter limits (see also Figure 1).

More harmful than assumed at normal temperatures

If the emissions of diesel vehicles are calculated across the seasons on the basis of the usual temperatures, the real-life exhaust emission values are higher than those obtained in labs.

Current fleet (NO_x emissions in mg/km)

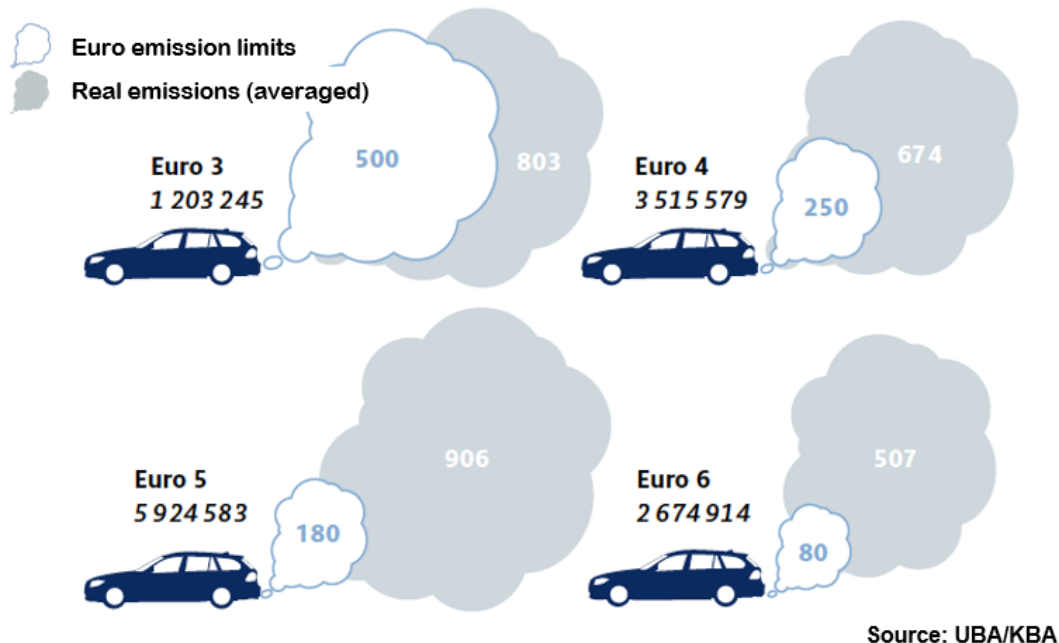


Figure 1: Emission limits versus real emissions (average, Handbook for Emission Factors, HBE-FA)

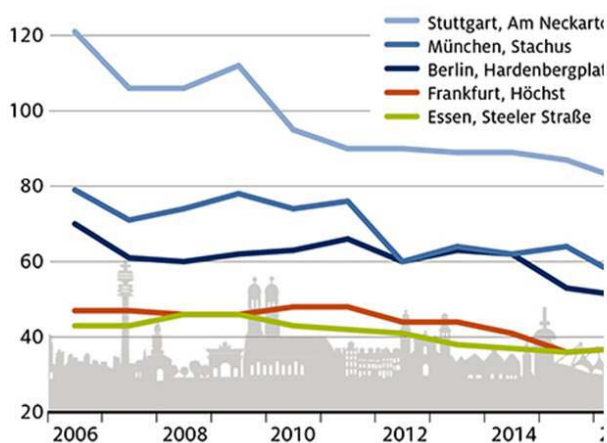
The main reason for this is that many manufacturers optimise their vehicles for type approval, but their real-world emission levels are usually much higher, as also shown by ADAC EcoTest measurements (cf. Section 3).

This is also reflected by the development of air quality, i.e. immission levels. Despite the significant decrease in direct vehicle emissions (see Figure 2, right), on the one hand, and the decrease, in recent years, of nitrogen oxide (NO_x) concentrations in the air at high-traffic measuring points – some in conurbations – (see Figure 2, left), NO₂ concentrations along heavily-trafficked main thoroughfares continue to exceed the air quality value of 40 µg/m³. In contrast to direct vehicle emissions, where NO and NO₂ are measured in the form of NO_x, the urban measuring points register critical NO₂ immissions. Diesel vehicles are considered to be the main culprit.

Less harmful nitrogen oxide in our cities

Nitrogen oxide emissions (NO_x) in high-traffic measuring points have gone down continuously. However, they are still much too high.

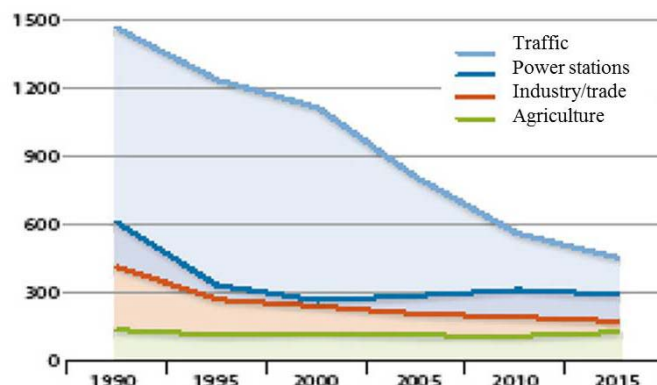
NO_x annual averages (µg/m³)



NO_x pollution has many sources

Road traffic still is the main culprit, even if emission values have gone down recently. Other NO_x sources maintain their level.

Nitrogen oxide emissions NO_x (NO₂) in k tonnes



Source: UBA

Figure 2: Development of pollution in the cities

It should be noted, however, that despite this differentiation between NO and NO₂ in the immissions debate, the sum of both values, i.e. NO_x, should be taken into consideration and decreased in a sustainable manner.

2 Euro 6 exhaust emission limits, WLTP and RDE

Limits for exhaust emissions are mandated by law for carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxides (NO_x) and particulate matter (PM/PN). However, the type approval regulation does not stipulate a limit for nitrogen dioxide (NO₂) as specified in the immission legislation.

Ever since the introduction of Euro 1 (1992/1993), exhaust emission limits have been lowered continuously. Today, Euro 6 provides the strictest limits. But even if cars comply with the low emission limits in the type approval test cycle, they usually have higher emissions in real-life driving operation – preventing pollution from being reduced effectively. Measurements show that outside the test cycle, nitrogen oxide emissions (NO_x) of diesel engines, but not only, clearly exceed the type approval limits. One reason is that, unlike petrol engines, their diesel counterparts are operated with a high excess of air, causing thermal NO_x to form from noncritical nitrogen in the air. Moreover, diesel engines lack active emission control systems with effective cleaning performance.

To improve the emission type approval specification a new Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure (WLTP), replacing the New European Driving Cycle (NEDC), as well as additional testing in real-life driving operation – Real Driving Emissions (RDE) – using Portable Emissions Measurement Systems (PEMS) were introduced on 1 September 2017.

The purpose of this was to considerably reduce the hitherto significant gap between the low NO_x test bench limits and real-world emissions. The introduction of RDE (Real Driving Emissions) measurements in road traffic with a low conformity factor (CF) as the new emissions standard is expected to result in vehicles that are also clean in real-world driving conditions. CF relates to the ratio of measured RDE exhaust emissions to the test bench limit. These vehicles hardly risk being included in urban driving bans in Germany over the next few years.

2.1 WLTP – Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure

To obtain more realistic fuel consumption specifications, the UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) was mandated by the EU Commission to develop a new WLTC test cycle (Worldwide harmonized Light Duty Test Cycle) and a new WLTP test procedure (Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure) for determining pollutant and CO₂ emissions as well as fuel or electric power consumption.

The following regulation was adopted in order to include the new testing method in the type approval procedure:

- Commission Regulation (EU) No 2017/1151 of 1 June 2017 supplementing Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information and amending Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Regulation (EC) No 692/2008 and Commission Regulation (EU) No 1230/2012 and repealing Commission Regulation (EC) No 692/2008.

Under this Regulation, the new WLTC/WLTP (test cycle/measuring method) was scheduled to replace the NEDC (New European Driving Cycle) on 1 September 2017 (1 September 2018 for new registration vehicles) and become the mandatory basis for determining pollutant and CO₂ emissions as well as fuel or electric power consumption as part of the type approval of new car models. The new Regulation was published in the Official Journal of the EU on 7 July 2017 and took effect twenty days later (27 July 2017).

The Euro 6 limits already existing for the NEDC type approval remain unchanged.

Figure 3 shows the NEDC and WLTC in comparison.

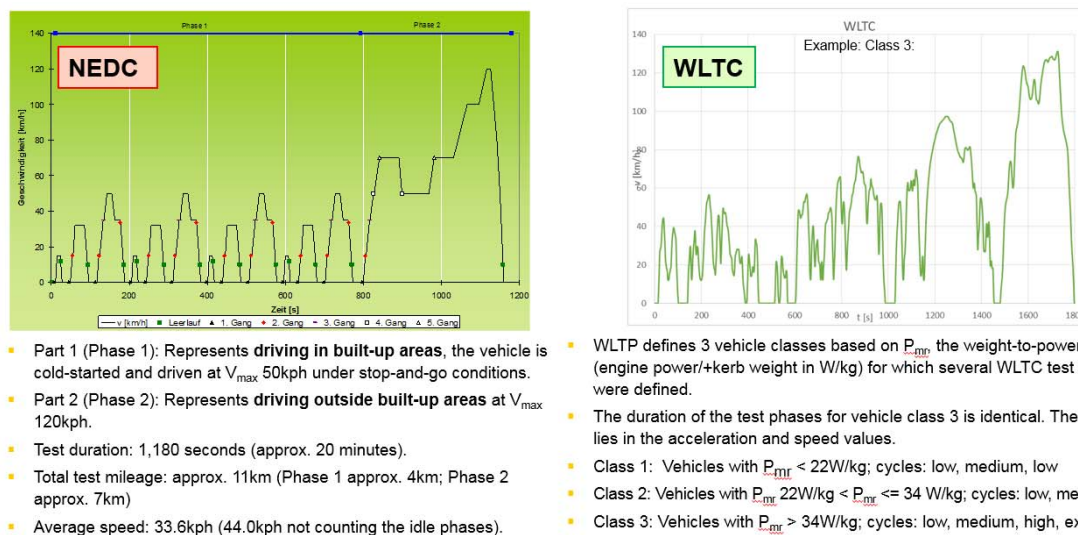


Figure 3: NEDC and WLTC in comparison

2.2 RDE – Real Driving Emissions

Even for vehicles complying with the strict emission standard and the low limit values required in the NEDC type approval cycle, there is a risk that in real-life driving conditions the emissions output clearly exceeds the limit values. As a consequence, emission levels in urban areas hardly diminish. Measurements show that outside

the test cycle, nitrogen oxide emissions (NO_x), but not only, clearly exceed type approval limits.

To get a clearer picture of exhaust emissions in real-life operation, in addition to the mandatory type approval test cycles, the EU legislators adopted the inclusion of direct emissions metrics from a road test (Real Driving Emissions or RDE) using Portable Emissions Measurement Systems (PEMS). This should ensure that car-makers equip vehicles with emissions control technologies effectively lowering pollutant emissions under all operating conditions.

Three legislation packages relating to RDE have already been passed.

- EU Regulation No 2016/427 dated 10 March 2016 amending EC Regulation No 692/2008 as regards emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 6) defines the basis for RDE testing using Portable Emissions Measurement Systems (PEMS). Upon publication in the Official Journal of the European Union, the first RDE package entered into force retroactively as of 1 January 2016.
- In package 2, EU Regulation No 2016/646 dated 20 April 2016 amending EC Regulation No 692/2008 as regards emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 6) defines the conformity factor (CF) for nitrogen oxide emissions (NO_x). The CF denotes the admissible deviation of real driving emissions from the emission value established in the lab test: 2.1 for the type approval of new cars as of 1 September 2017 (1 September 2019 for new registrations). The CF of 1.5 favoured by ADAC will enter into force not before 1 January 2020 for the type approval of new cars (1 January 2021 for new registrations).
- The third package, EU Regulation No 2017/1154 dated 7 June 2017 defines the final conformity factor of 1.5 for PN emissions of newly type-approved passenger car models as from 1 September 2017 (as from September 2018 new registration vehicles).

The fourth RDE legislation package is under preparation and will also address in-use conformity testing.

An exemplary test result as well as mileage, speed and acceleration criteria to be met in the RDE test are shown in Figure 4.

Technical measures for the reduction of NO_x emissions are already available. Exhaust gas recirculation, NO_x gas trap and Selective Catalytic Reduction (SCR) systems as well as their combinations can reduce NO_x emissions by 90 to 95%.

Test Validity Check	Result	Criteria	Validity
Urban Distance [km]	34.00	>16	Valid
Rural Distance [km]	28.33	>16	Valid
Motorway Distance [km]	28.45	>16	Valid
Trip Duration (min)	107	>90; <120	Valid
Distance Shares [%]			
Urban, >60 km/hr	37.45	34 ±10, ≥29	Valid
Rural, ≤90 km/hr	31.20	33 ±10	Valid
Motorway, >90 km/hr	31.34	33 ±10	Valid
Urban Driving			
Average speed [km/hr]	29.07	≥15; ≤40	Valid
%urban driving time <1 km/hr	15.74	≥6, ≤30	Valid
Low speed events >10 sec	19	>2	Valid
Motorway Driving			
Maximum Speed	133.72	≥110; ≤160	Valid
%Motorway driving >145 km/hr	0	<3	Valid
time >100 km/hr [min]	13.47	>5	Valid
Misc			
Elevation Difference [m]	10.21	<100	Valid
Cumulative Positive Alt Gain [m]	251.58	< 1200m	Valid
Normal Work Day			Valid

Datasets with Acceleration >0.1 m/s ²			
Urban	1330	>150	Valid
Rural	394	> 150	Valid
Motorway	199	> 150	Valid
Relative Positive Acceleration (RPA)			
Urban	0.174	> 0.129	Valid
Rural	0.0861	> 0.0563	Valid
Motorway	0.025	> 0.0567	Valid
V*A 95th Percentile			
Urban	11.06	≤ 18.39	Valid
Rural	12.10	≤ 24.57	Valid
Motorway	15.20	≤ 28.00	Valid
Vehicle Speed			
Urban Ave Speed [km/hr]	29.07		
Rural Ave Speed [km/hr]	74.49		
Motorway Ave Speed [km/hr]	121.80		

(Source: Sensors Tech-CT LDV)

Figure 4: Exemplary test result & mileage, speed and acceleration criteria to be met in the RDE test

3 ADAC EcoTest

3.1 Test procedure

The ADAC EcoTest was introduced in 2003 to provide consumers with comprehensive information on the eco-friendliness of cars, based on real-life testing beyond applicable legal requirements.

What was unique at the time was the overall assessment of a vehicle’s eco performance, rating not only a vehicle’s CO₂ emissions, but also its pollutant levels. The test included measurements of toxic pollutants such as carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxides (NO_x), and particulate matter (PM). CO₂ emissions were evaluated by vehicle class for easier comparison between several vehicles from the same segment.

The EcoTest protocol saw its first revision in 2012. EcoTest 2.0 featured test procedures and assessment criteria adapted to the then-current legislation and state of the art. Major changes included the introduction of the new Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC), pollutant limits adapted to the emission standards in force, and revised assessment criteria for CO₂ emissions. Moreover, the particle number (PN) was also added to the pollutant assessment.

With the current EcoTest 4.0, ADAC is once again breaking new ground in the assessment of a vehicle’s eco performance. For the first time, measurements on the

emission test stand are supplemented by Real Driving Emissions (RDE) measurements. Moreover, the test cycles are revised on the emission test stand to make them more realistic. Thus, the WLTC replaces the outdated and discarded New European Driving Cycle (NEDC), stricter pollutant limits apply, and the class-dependent CO₂ assessment is discontinued (see also Figure 5).

The introduction of a single assessment criterion for the CO₂ emissions of all vehicle classes reflects the trend in automotive engineering towards thinking less strictly in classes. Moreover, the increasing number of crossover models and niche products hardly allows a fair classification.

As for the EcoTest overall rating, the familiar star system is still used to provide an instant reference for a vehicle's eco-friendliness. The procedure has been well-received by consumers and manufacturers throughout Europe as a comparative test.

Further details and all results are available at www.adac.de/ecotest.

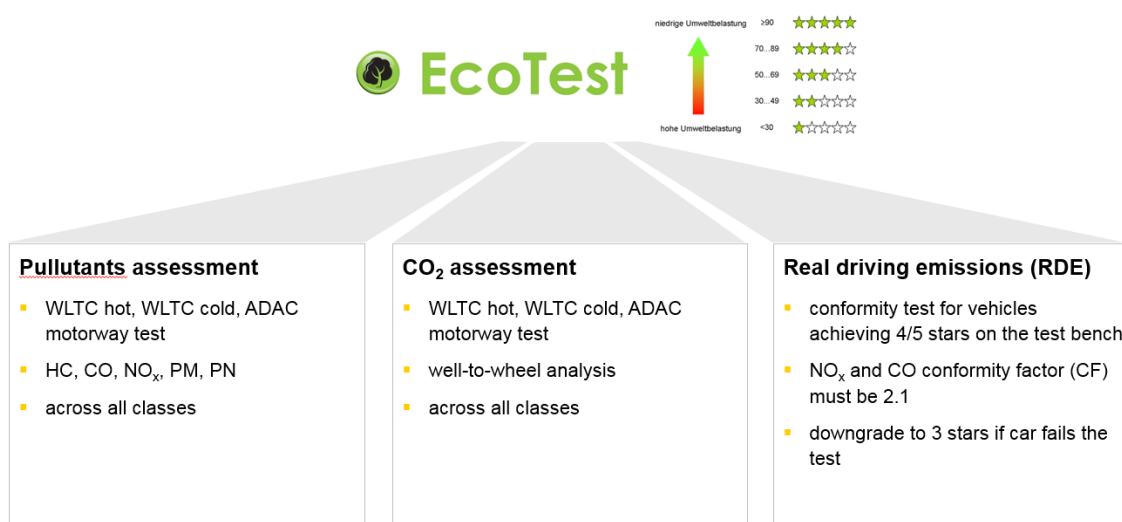


Figure 5: ADAC EcoTest assessment

3.2 Test results

Of the 125 vehicles tested until autumn 2017, ADAC can only recommend 26 (4 or 5 stars). Figure 6 shows the results of all vehicle models tested – separated by mode of drive.

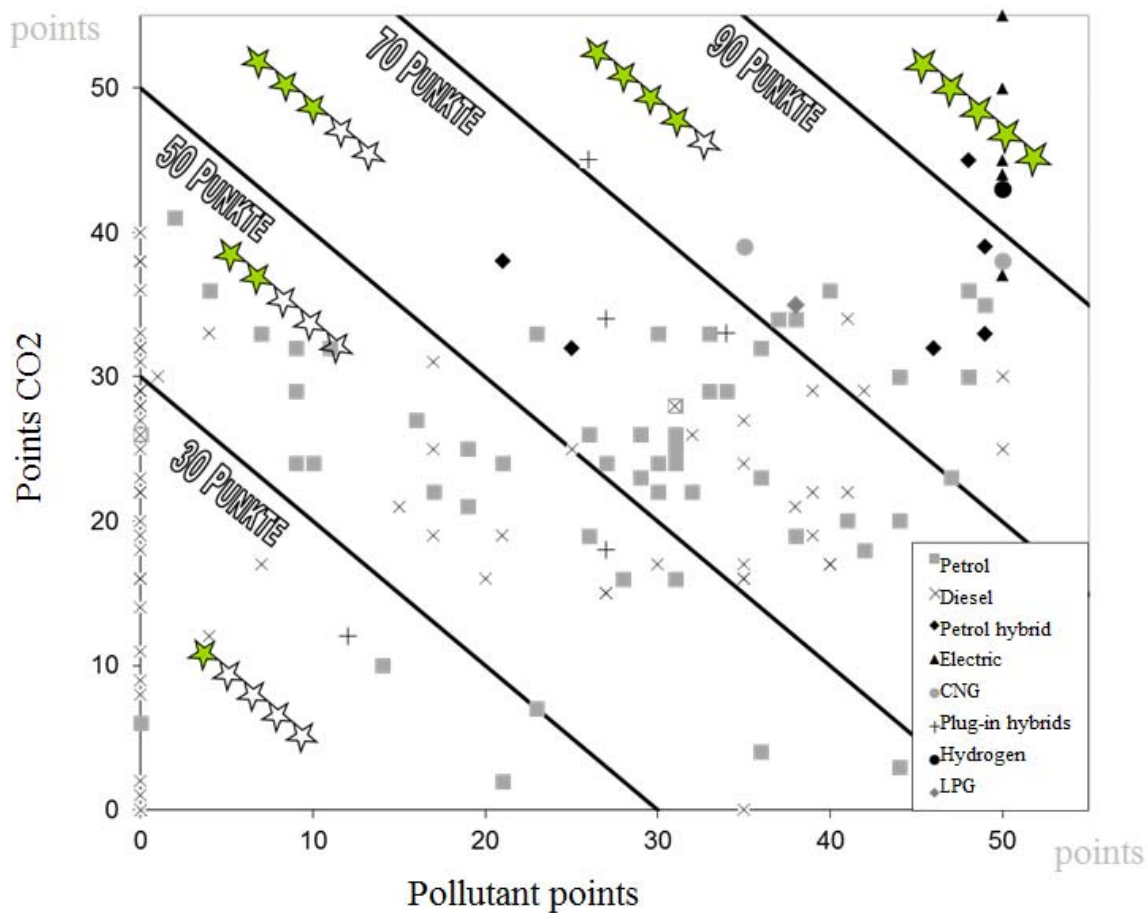


Figure 6: ADAC EcoTest results – all models tested

All 5-star models are electric or hybrid cars except the Škoda Octavia Estate 1.4 TSI G-TEC Style CNG-powered.

The results of the best vehicle models are listed in Table 1.

	Make/model	Propulsion system	Pollutant points	CO₂ points	Total EcoTest points	Stars
1	Hyundai IONIQ Electric Style	EV	50	55	105	*****
2	BMW i3 (94 Ah)	EV	50	50	100	*****
3	Toyota Prius 1.8 Plug-In Hybrid Comfort	Hybrid	47	50	97	*****
4	Opel Ampera-E First Edition	EV	50	45	95	*****
5	Nissan Leaf Acenta (incl. 30kWh battery)	EV	50	44	94	*****
5	Renault Zoe (41kWh) Intens (with battery rental)	EV	50	44	94	*****
6	Škoda Octavia Estate 1.4 TSI G-TEC Style (CNG operation)	CNG	50	43	93	*****
6	Toyota Mirai	EV	50	43	93	*****
6	Toyota Prius 1.8 Hybrid Executive	Hybrid	48	45	93	*****
7	Toyota Yaris 1.5 Hybrid Style	Hybrid	49	39	88	****
8	Tesla Model S P90D	EV	50	37	87	****
8	Tesla Model X 100D	EV	50	37	87	****
9	Suzuki Ignis 1.2 SHVS Comfort+	Petrol	48	36	84	****
10	Toyota C-HR 1.8 Hybrid Lounge	Hybrid	49	33	82	****
11	Mercedes E 220 d 9G-TRONIC	Diesel	50	30	80	****
12	Toyota Prius+ 1.8 Hybrid	Hybrid	46	32	78	****
12	VW Golf 1.5 TSI ACT BMT High-line	Petrol	48	30	78	****
13	Mitsubishi Space Star 1.2 ClearTec Top	Petrol	40	36	76	****
14	BMW 118d Urban Line Steptronic	Diesel	41	34	75	****
14	Mercedes E 220 d T Model 9G-TRONIC	Diesel	50	25	75	****
15	Citroën C3 PureTech 110 Stop&Start Shine	Petrol	44	30	74	****
15	Mercedes B 200 c 7G-DCT (CNG operation)	CNG	35	39	74	****
16	Dacia Logan MCV TCe 90 LPG Start&Stop Lauréate (LPG)	LPG	38	35	73	****
17	BMW 520d Luxury Line Steptronic	Diesel	42	29	71	****
17	VW up! 1.0 TSI BMT beats	Petrol	37	34	71	****
18	Mercedes C 200 Cabriolet	Petrol	47	23	70	****

Table 1: ADAC EcoTest results – best vehicle models

The results of the EcoTest show that outside the type approval test cycle NEDC, many diesel vehicles emit increased levels of NO_x (see Figure 7).

The Renault Grand Scénic dCi 160 exceeds the NO_x limit by 11 times.

Examples of clean cars are: Mercedes E220d (24mg/km) and E220d T-Modell (28mg/km) as well as BMW 520d (53mg/km) and 118d (69mg/km). These models are clean both in the NEDC and in real-life driving conditions.

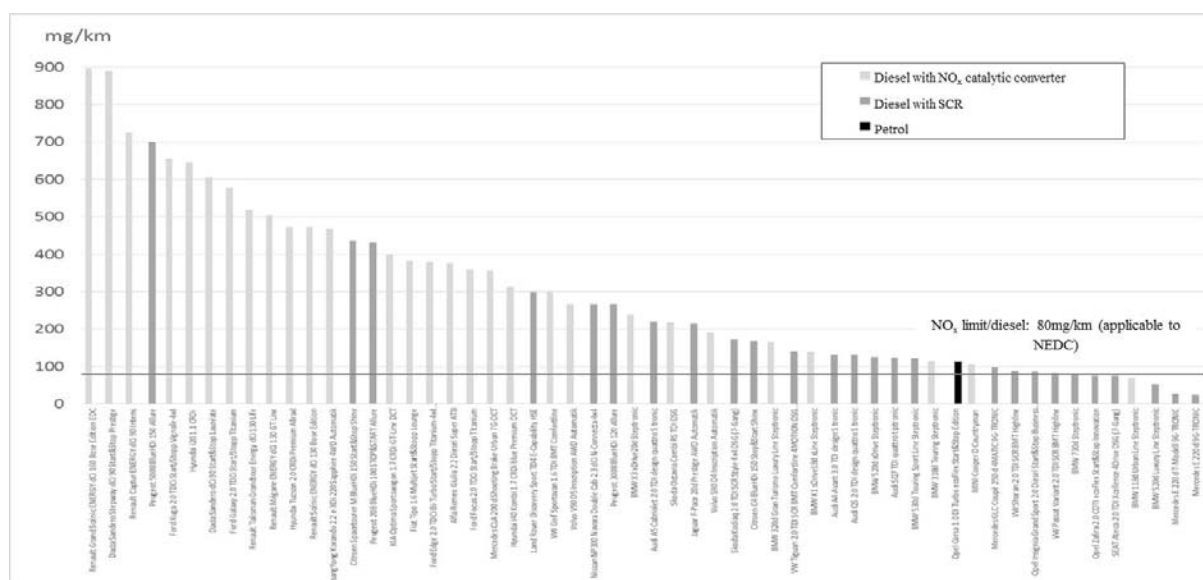


Figure 7: ADAC EcoTest – NO_x emissions Diesel Euro 6

The emission control technology is not the only decisive factor resulting in low NO_x emissions. What is decisive, however, is the overall system design. For instance, the BMW 118d excels despite being equipped with a NO_x catalytic converter while the Peugeot 208 BlueHDI 100 fails the test under real-life conditions despite SCR (432mg/km).

Comparing the results of the lab and RDE tests, ADAC determined that RDE are indispensable when it comes to identifying optimisations under lab conditions. Nevertheless, the current legal RDE test procedure is unable to cover all driving situations. The ADAC motorway test instead confirms that NO_x emissions may increase drastically at higher loads while RDE remain unremarkable.

A comparison of five vehicle models tested is shown in Figure 8.

The Mercedes E 220d is perfectly clean both under lab and real-life driving conditions. Equipped with an SCR catalytic converter, the Audi SQ7 produces considerably higher NO_x emissions on motorways (321mg/km). Motorway NO_x emissions (398mg/km) rise significantly also in the BMW 520d xdrive which combines an SCR and NO_x catalytic converter in the 4x4 version. Equipped with an NO_x catalytic converter, the Volvo S90 has low RDE levels while NO_x emissions climb to 470mg/km on motorways. The Land Rover fails completely. While RDE are acceptable, motorway emission levels are disastrous (877mg/km).






	Mercedes	Audi	BMW	Volvo	Land Rover
	Mercedes E220d	SQ7 TDI	520d xDrive	Volvo S90 D4	Discovery Sport TD4
					
Pollutant category	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6
Displacement(cc)	1950	3956	1995	1969	1999
Power (kW)	143	320	140	140	110
Emission control system	SCR	SCR	SCR + LNT	LNT	LNT
NOx Emissionen					
WLTP (cold) g/km	0,033	0,048	0,01	0,049	0,027
Limit exceeded by	0,4	0,6	0,1	0,6	0,3
RDE (g/km)	0,014	0,022	0,090	0,113	0,124
Limit exceeded by	0,2	0,3	1,1	1,4	1,6
ADAC motorway cycle (g/km)	0,035	0,321	0,398	0,470	0,877
Limit exceeded by	0,4	4,0	5,0	5,9	11,0

Figure 8: ADAC EcoTest – lab metrics versus RDE

3.3 Bottom line/necessary measures

Based on the above-mentioned findings, recommendations are as follows:

- Carmakers should equip their vehicles with emission control technologies effectively lowering emissions and complying with the applicable limits under all operating conditions. The required technologies are already available today.
- Consumers should decide on vehicles that are type approved in line with Euro 6d-TEMP or Euro 6d, since they comply with RDE requirements.
- Carmakers' emission and fuel consumption specifications must be verified on a regular basis by in-use compliance tests. Such testing should include both test lab and road testing.
- In-use compliance testing should be conducted by independent organisations which are not involved in type approval testing.
- Test results and test procedures must be transparent and verifiable by independent organisations. This would require all manufacturers to disclose road load curves.
- It must be ensured that type approval is only granted for tamper-proof systems, components and separate technical units for vehicles.
- Introducing effective penalties is a stringent requirement. They must be effective, proportionate and dissuasive.
- This puts the responsibility on the side of the authorities and the manufacturers.
- With its EcoTest, ADAC already offers consumers the opportunity to look for the most eco-friendly car irrespective of the drive system.

4 National Diesel Forum (Germany)

NO₂ levels in German conurbations exceeding the limits specified in the EU Ambient Air Quality Directive led not only to the EU Commission filing an infringement action, but also caused the DUH, a German environmental organisation, to file several lawsuits against German cities for non-compliance with the legal immission limits. The NO₂ pollution is considered to be due mainly to traffic, in particular diesel cars.

In order to prevent driving bans for diesel cars and increase the pressure on the automobile industry, the German government convened the National Diesel Forum.

The Federal Government and the Länder, or German Federal States, agreed with the German automobile industry on several measures:

- By the end of the year 2018, German carmakers will reduce the NO_x emissions of approx. 5.3 million currently registered diesel vehicles (Euro 5 and Euro 6) by 25 to 30%.
- The manufacturers will cover the cost. The CO₂ emissions (hence fuel economy) must not be affected negatively. The political decision makers at least hope that other pollutant emissions, noise levels and performance will not be worse.
- They have called upon the manufacturers to include any potentially affected components in their warranties. To supervise this, a consumer advisory board is to be installed within the German Federal Motor Transport Authority (KBA).
- The political decision makers wish to have the software updates checked and released by the KBA.
- The manufacturers are offering incentives for replacing cars approved under Euro 4 and older.
- A joint sustainable urban mobility fund was set up.

5 The effect of the software update (rectification) and retrofit for diesel cars

One of the measures coordinated in the National Diesel Forum is the reduction of the NO_x emissions of approx. 5.3 million currently registered diesel vehicles (Euro 5 and Euro 6) by German carmakers. Therefore, software updates as well as retrofit kits are under discussion.

5.1 Software update

During the VW software update, ADAC carried out a series of tests before and after the update on the Euro 5 engine EA189.

Three measurement cycles each were run with the test vehicles before and after the update: On the one hand, a measurement in accordance with the homologation regulations of the New European Driving Cycle (NEDC) in order to determine the correct function of the engine and any potential discrepancies. This was followed by a Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC) and an ADAC EcoTest motorway cycle (BAB 130) before and after.

There are three versions of software updates:

- software update on cars w./o. active exhaust reduction system (1.2l and 2.0l VW engine EA189)
- software update and engine hardware modifications, for instance flow straightener (1.6l VW engine EA189)
- software update on engines equipped with Selective Catalytic Reduction (SCR) and urea systems (2.0l Blue TDI VW engine EA189)

For the simple VW software update, the test confirmed reductions of 20 to 25% in the realistic WLTC. In combination with the flow straightener in the 1.6l engine and in engines equipped with SCR and urea systems the software update achieved reductions of 50 to 60% in various driving modes (see Figure 9). ADAC did not find any negative effects on fuel efficiency, performance and vehicle handling.

NOx WLTC before update (g/km)	VW Polo 1.2 TDI before update *	VW Golf Variant 1.6 TDI before update **	VW Golf 2.0 TDI before update *	VW CC 2.0 BlueTDI before update ***
low	0,308	0,67	0,482	0,161
middle	0,186	0,521	0,301	0,137
high	0,282	0,496	0,355	0,106
extra high	0,555	0,666	0,464	0,15
total	0,357	0,582	0,397	0,135

NOx WLTC after update (g/km)	VW Polo 1.2 TDI after update *	VW Golf Variant 1.6 TDI after update **	VW Golf 2.0 TDI after update *	VW CC 2.0 BlueTDI after update ***
low	0,255	0,282	0,526	0,094
middle	0,144	0,167	0,247	0,049
high	0,23	0,203	0,251	0,043
extra high	0,408	0,295	0,316	0,106
total	0,274	0,236	0,308	0,073

NOx deviation (%)	VW Polo 1.2 TDI *	VW Golf Variant 1.6 TDI **	VW Golf 2.0 TDI *	VW CC 2.0 BlueTDI ***
low	-17,21%	-57,91%	9,13%	-41,61%
middle	-22,58%	-67,95%	-17,94%	-64,23%
high	-18,44%	-59,07%	-29,30%	-59,43%
extra high	-26,49%	-55,71%	-31,90%	-29,33%
total	-23,25%	-59,45%	-22,42%	-45,93%

Key:

* Software update without hardware modification (e.g. adaptation of exhaust gas recirculation rate etc.)

** Software update with hardware modification (flow rectifier)

*** Software update without hardware modification in Euro 6 vehicle with SCR

Figure 9: NO_x emissions in the WLTC 2.0 warm operation phases before/after the software update

5.2 Retrofit SCR-System

The update is a repair solution (rectification of defects), not a retrofit. ADAC tested a retrofit solution as a prototype, separate of the software update.

In Euro 5 diesel engines compatible with the equipment, retrofit Selective Catalytic Reduction (SCR) systems can reduce NO_x emissions by as much as 90%. This is evident from tests with a TwinTec prototype (see Figure 10). The prototype re-

quired approx. two litres of AdBlue per 1,000km to keep NO_x emissions below the Euro 6 limit. The tested prototype’s fuel consumption rose by approx. 5%. This is because dosage and heating of the SCR retrofit system require additional electrical energy.

Measurements were performed according to the test conditions of the new ADAC EcoTest in the emissions laboratory, applying the future WLTC (Worldwide Harmonized Light Duty Vehicles Test Cycle) 5.3, run both under cold-start conditions and when the engine was warm, and the BAB 130 (“motorway cycle”). Next, the results were verified in a Real Driving Emissions (RDE) test using a Portable Emission Measurement System (PEMS).

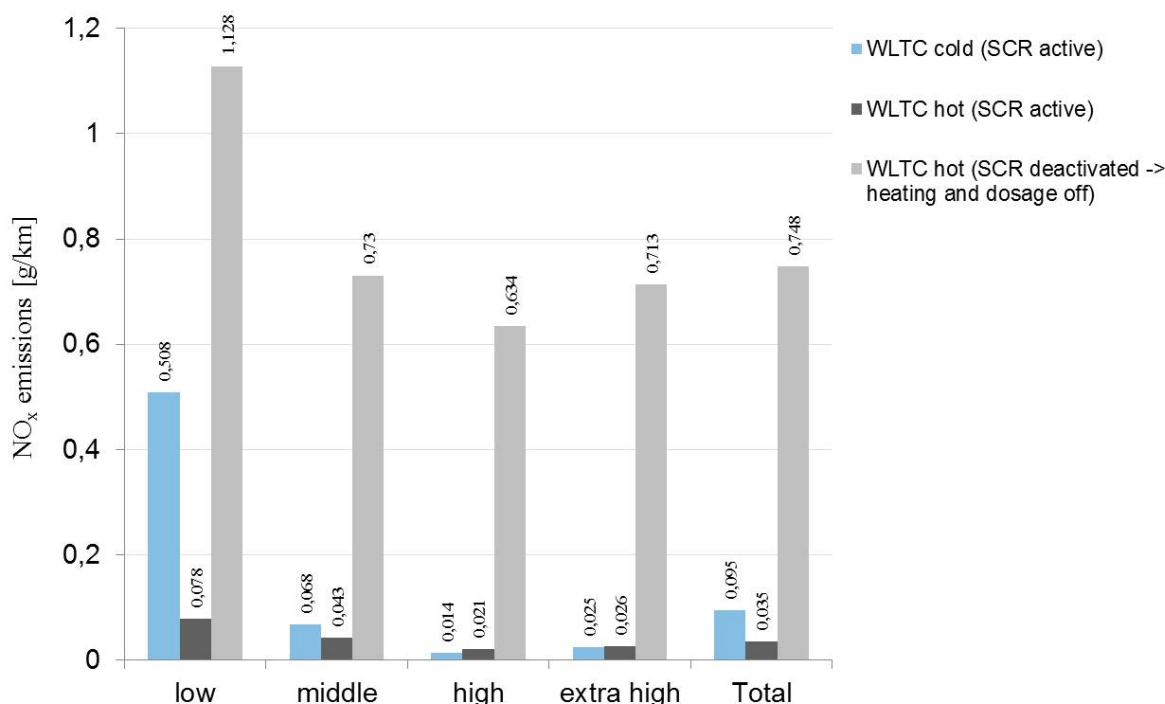


Figure 10: NO_x emissions of diesel retrofit with an SCR system (prototype)

5.3 Summary/necessary measures

Based on the above-mentioned findings, ADAC recommendations are as follows:

- We consider the emission reductions in realistic test cycles pledged by the carmakers as binding.
- We expect software updates not to have any negative effect on fuel consumption, performance and road performance.
- In addition, we require true manufacturers’ warranties on the functionality of the components affected to cover all rectified or retrofitted vehicles – both for the updates currently being carried out and for any future retrofit measures.
- Currently, VW are offering no real warranty. Instead, they are offering legally non-binding “trust-building measures” for all diesel vehicles on which ret-

etrofit measures were carried out. The VW trust-building measures apply to eleven components in the exhaust gas recirculation, fuel and exhaust gas after-treatment systems: lambda probe, temperature sensor, exhaust gas recirculation switchover valve, exhaust gas recirculation valve, differential pressure sensor, injector, high pressure pump, fuel distributor rail, pressure control valve, pressure sensor, and injection line. We would recommend the trust-building measures to be translated into binding warranties. This is the only way to convince consumers that the measures will not cause any long-term damage or loss. Only this will give the consumers an immediate and legally enforceable claim directly against the manufacturer.

- Software updates could help reduce NO_x emissions. They should be checked with due speed and implemented in such a way that the motorists will not suffer any disadvantages. The VDA (German Association of the Automotive Industry) proposal to perform a software update on 50% of the Euro 5 diesel vehicles will in all likelihood not achieve more than a 10% reduction in emissions, since updates cannot be performed in all cases.
- The issue to what extent, at what cost and how quickly Euro 5 and older diesel engines can be retrofitted with hardware solutions to reduce nitrogen oxide emissions requires due clarification.
- Cities could improve air quality by various measures (intelligent traffic management systems, equipping cars that run up high urban mileages with alternative drives, better networking of transport modes, extending the public transport and bicycle path network).
- To reduce urban air pollution and avoid driving bans, it is appropriate first to exploit all technical and transport optimisation options.
- Whether local driving bans are helpful and reasonable – if indeed legal – is an issue that must be decided on-site, on the merits of the specific conditions. This may be the case if certain conditions are met. If driving bans are imposed locally, the political decision makers and the car manufacturers have a moral obligation to set up some form of compensation, financial incentives or support to the motorists affected.
- Functional Selective Catalytic Reduction (SCR) retrofits can only be applied and offered by the carmakers. The legislator must adopt a testing and approval procedure for SCR retrofitting.
- For both software updates and retrofit solutions, checking the software version and hardware is required during periodic technical inspections (via the periodic inspection adapter) to ensure the successful implementation of the measures.

Electronic navigation challenges for autonomous ships

Wilfried Honekamp

Professor in applied computer science at the Hamburg Police University College.
Braamkamp 3b, 22297 Hamburg, Germany, wilfried.honekamp@polizei-studium.org

1	Introduction	212
2	Electronic Nautical Charts (ENC).....	212
3	Electronic Chart Display System (ECDIS).....	213
4	Access to operating systems.....	215
5	Conclusion.....	216
6	References	216

Abstract:

Progressive automation is increasingly affecting maritime transportation. Because of cost pressure of maritime logistics and piracy threats, the autonomous ship seems to be about to make a breakthrough. The control of such ships is necessarily based on satellite navigation. The navigation relies to a considerable extent on the Electronic Chart Display and Information System. In our research project, manipulation possibilities of the ship's navigation systems were identified. It has been shown, that it is possible to introduce unnoticed manipulated nautical charts and routes into the system or to manipulate input data like that from the GPS receiver. It can be seen, that this results in a risk to shipping in a narrow fairway such as the Elbe. A collision or seagoing could be the result. The IT security on board should be given as much importance as other security measures of the ship and its crew. Therefore, a uniform standard in the IT area should be developed, in which better protection of the system should be regulated before manipulation. It is foreseeable that a worldwide international coordination will be necessary to make autonomous shipping possible. From this point of view, the security aspects of ship navigation systems need to be considered critically, before satellite navigation can be considered relentless in autonomous shipping.

JEL classification: L92, O33

Keywords: automation, autonomous shipping, IT security

1 Introduction

Control of large cargo, tank and container ships across the world by networked computer systems on board, served by data centre satellite links anywhere in the world, is known as “maritime unmanned navigation through intelligence in networks”. This subject was explored by eight institutions from, inter alia, Germany, Norway, Sweden, Iceland and Ireland in an EU project with a budget of 3.8 million euros by 2015. “The autonomous ship is the vision that leads our research leads”, say the project managers. The technology the project partners developed did not yet aim at relieving the entire crew of a ship. It is conceivable, however, that ships could be managed by a smaller crew. The bridge would no longer have to be equipped around the clock with the captain and a helmsman if this task could be done temporarily by IT. The situation is similar with the prime movers, who are supposed to drive for weeks without machine operator monitoring and maintenance (De Jong 2014).

Incidents on the Elbe river such as the emergency anchor manoeuvre of the 336 m long *NYK Olympus* in July 2015 next to the island Lühesand and the accident of the more than 400 m long *Indian Ocean* in February 2016, which has been lying on the edge of the sand for several days after a rowing outburst, make it clear that specialised personnel on board are required for the complex technology of a ship for troubleshooting. The same applies to manipulations from the outside to the networked IT systems or satellite links. In these cases, misfunctions can only be controlled if suitable personnel can take over the safe control manually. The foundations on which research on autonomous ships is based on, are already in place today, and some have already been implemented in the standards for seagoing vessels.

For example, no unmanned ship of the future finds its course over the oceans without the electronic sea-map. Even today, many ships are equipped with electronic nautical chart systems. In an event of a cyber-attack Maritime companies are at risk of not only losing critical, business-related information or valuable ships, but also risk their economic competitiveness (Masala and Tsetsos 2015, p. 24).

2 Electronic Nautical Charts (ENC)

Electronic nautical charts are prepared and published by the respective coastal regulatory authorities. For paper sea charts, the survey information and sea marks are printed on the map sheet. By looking at the nautical chart, all available information is visible. They are offered in different magnification levels. Larger scales are used for navigation in open sea areas such as from the English Channel to the Elbe estuary. They contain only the information required for this purpose (NOAA 2017).

For navigation entering the port or in the district driving, for example in the fairway of the Elbe river, much more detailed nautical charts are required, which are kept in

smaller scales. If paper maps are digitized to electronic raster maps, all the information from the template is displayed on them. Commonly, they are sometimes referred to as electronic photocopies. Raster maps can be enlarged with zoom functions on the monitor, as with a magnifying glass.

If a small map scale is required for navigation, an electronic copy on a different scale, i.e. another raster map, must be called up, which then contains more detailed information. If nautically significant information of the concrete, firing or fairway changes, it must be updated individually in all maps. Today, the digital data generated during sea surveying are usually stored as arithmetic operations. These nautical charts are referred to as vector charts. If a map section is called up, software from the vectors calculates the representation of the information and its position on the monitor.

The information of a vector map can be adjusted by the software with the parameters of the ship. If the depth of water noted in the vector map falls below the draft of the ship, the software indicates to the navigator already during the travel planning by an alarm that another course is required. Areas that fall below the given draft of the ship are marked in colour on the monitor. Vectors also include information about traffic prohibitions, traffic separation areas, shoals, off-shore facilities and other important nautical information that, if ignored, triggers an alarm from the system.

3 Electronic Chart Display System

Manufacturers of Electronic Nautical Chart Systems (ECDIS) must apply for type-approval of their installations with the competent authorities. In the Federal Republic of Germany, the type examination is carried out by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH) in Hamburg. The compliance of an on-board installation with the type-approval of the building is subject to official controls, among others conducted by the water police.

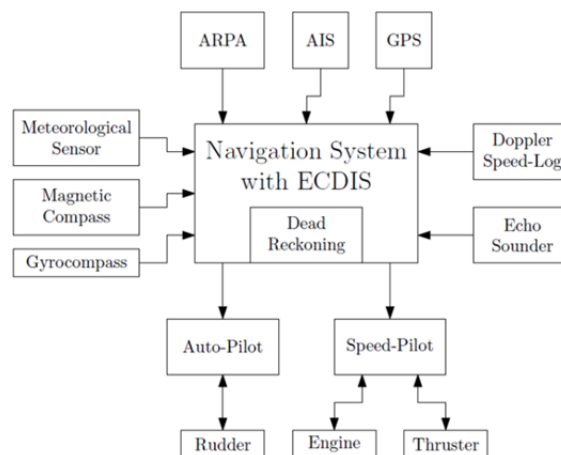


Figure 1: Relationship between sensors, actuators, and the ECDIS on an integrated bridge system (Bhatti and Humphrey 2014, p. 3)

The ECDIS consist of a monitor, via which the visualization of the information takes place. There also is an input device and a computer unit on which an operating system and the software using the ENC are running. The information of nautical sensors present on the ship, such as speed and depth gauges, compass and Global Positioning System (GPS), turn indicator, Automatic Identification System (AIS) and others are transmitted to an ECDIS and processed by the software. Like any electronic device, ECDIS processes the information available on the chart and supplied by the sensors according to the rules given in the installed software. If the sensors or ENC deliver faulty values due to defects or manipulations, misrepresentations on the ECDIS and possibly incorrect ship management decisions will be made.

Even more serious are the consequences if the data of the ECDIS is the basis for the functions of an automatic steering gear of the ship. Errors or manipulations in the position data of the compass or GPS automatically lead to changes of direction away from the planned course of the ship (Warner and Johnston 2003). By linking the electronic components, a defect in one component has a negative impact on the entire system. Not only navigation is increasing supported by IT, but also the control of drive systems, pumps and the power supply of seagoing vessels. If sensors of a steering gear report the maximum possible rudder change, the control electronics will not allow any further rudder change in this direction. If this message is created by mistake or by a manipulation of the IT, the control electronics continue to follow the rules of their programming and thus create the danger of average.

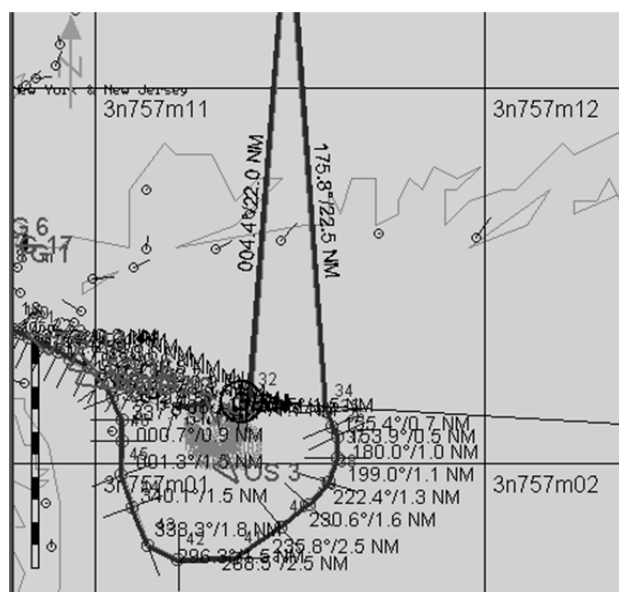
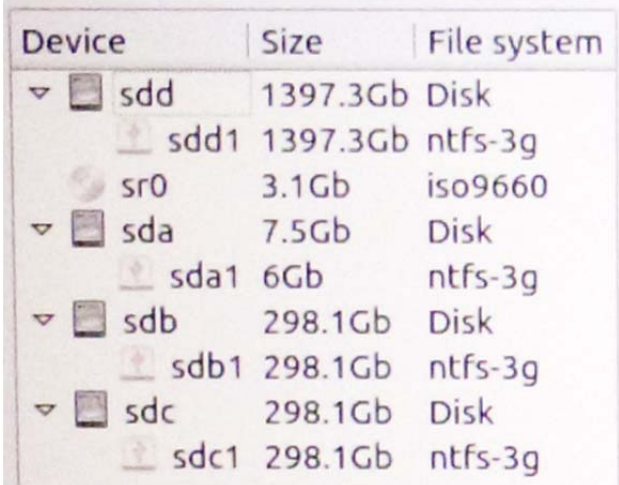


Figure 2: Manipulation of an ECDIS route (Honekamp and Mielke 2016)

4 Access to operating systems

Manipulation and unauthorized access to operating system and software are among the currently considered attack scenarios. Initially, the investigations were limited to ECDIS facilities used for test and training purposes and to installations on board official ships. There were devices and software from four different manufacturers available. It was also pointed out by the users when the devices were being presented, that the prescribed travel planning is done with the help of the ECDIS. Hereby, waypoints are set, which are headed at during the journey. Once a waypoint has been reached, the new course is set to the next waypoint.

The ECDIS software checks in the nautical chart whether the water depth over the entire selected route is greater than the draft recorded in the vessel data and whether traffic separation areas and restricted zones are bypassed at a sufficient distance. If the water depth or locked areas are insufficient, an alarm will be issued requesting the navigator to change the itinerary. On individual systems, various manipulations could be made. Since files can be saved to an external data medium via the operating system, it is also possible to transfer data back to the system. Thereby, it is possible to falsify the operating system, the nautical charts used and created routes by importing manipulated data.



Device	Size	File system
▼ sdd	1397.3Gb	Disk
↑ sdd1	1397.3Gb	ntfs-3g
sr0	3.1Gb	iso9660
▼ sda	7.5Gb	Disk
↑ sda1	6Gb	ntfs-3g
▼ sdb	298.1Gb	Disk
↑ sdb1	298.1Gb	ntfs-3g
▼ sdc	298.1Gb	Disk
↑ sdc1	298.1Gb	ntfs-3g

Figure 3: Hard disk structure of an ECDIS system

The internal dialogues also interfered with the operating system in some systems. For example, programs could be started from a USB flash drive. For almost all systems, the boot sequence could be manipulated so that the system could be started with a Linux live DVD. Subsequently, all files could be accessed and a complete system image (forensic image) could be drawn. The image could then be converted to a virtual environment and started there.

5 Conclusion

Data manipulation and data security of ship systems currently offer great potential. On the one hand, investigative authorities can secure extensive additional evidence, on the other hand, future security regulations should make it much more difficult to manipulate the facilities.

6 References

- Bhatti J and Humphreys TE (2014). Covert Control of Surface Vessels via Counterfeit Civil GPS Signals. <https://pdfs.semanticscholar.org/6f20/450b32b71f2454e63292acb632d3619ee8ef.pdf> (17.12.2017).
- De Jong N (2014). Ohne Mannschaft auf hoher See. Deutsche Verkehrs-Zeitung 17. Juli 2014. <http://www.dvz.de/rubriken/single-view/nachricht/ohne-mannschaft-auf-hoher-see.html> (17.12.2017).
- Honekamp W; Mielke J (2016). Schiffs-IT-Forensik. In: Honekamp, W; Mielke, J Polizei-Informatik 2016. RediRoma-Verlag Remscheid.
- Masala C; Tsetos K (2015). A Demanding Challenge for the Maritime Industry. Look-Out 2016 Maritime Domain Cyber: Risks, Threats & Future Perspectives. http://elib.dlr.de/98812/1/Look-Out%202016_web.pdf (18.12.2017).
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric) (2017). Electronic Charts (ENC). <http://www.charts.noaa.gov/InteractiveCatalog/nrnc.shtml#mapTabs-2> (17.12.2017).
- Warner JS; Johnston RG (2003). A Simple Demonstration that the Global Positioning System (GPS) is Vulnerable to Spoofing. <http://permalink.lanl.gov/object/tr?what=info:lanl-repo/lareport/LA-UR-03-2384> (17.12.2017).



University
of Bamberg
Press

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

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



ISBN 978-3-86309-572-7



9 783863 095727

www.uni-bamberg.de/ubp/