

# LOGISTIK UND MOBILITÄT IN HESSEN 2035

Ein Zukunftsbild



## **Impressum I**

### **Titel**

Logistik und Mobilität in Hessen 2035 – Ein Zukunftsbild

Erscheinungsdatum: September 2016

### **Herausgeber**

House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH

Michael Kadow

Bessie-Coleman-Straße 7, Gateway Gardens

60549 Frankfurt am Main

[www.frankfurt-holm.de](http://www.frankfurt-holm.de)

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Prof. Dr. Michael Henke

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2 – 4

44227 Dortmund

[www.iml.fraunhofer.de](http://www.iml.fraunhofer.de)

### **Ansprechpartner**

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Center für Logistik und Mobilität

Tibor Hertelendy

Telefon +49 (0) 69 668118-352

[tibor.hertelendy@iml.fraunhofer.de](mailto:tibor.hertelendy@iml.fraunhofer.de)

House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH

Geschäftsbereich Inhalte

Pascal Huther

Telefon +49 (0) 69 240070-339

[pascal.huther@frankfurt-holm.de](mailto:pascal.huther@frankfurt-holm.de)

# LOGISTIK UND MOBILITÄT IN HESSEN 2035

Ein Zukunftsbild



## **Autoren**

Fraunhofer IML

Tibor Hertelendy, Kira Isabel Prössl, Sylvia Wiersing

HOLM GmbH

Pascal Huther, Jürgen Schultheis

# INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	6
Grusswort	12
Vorworte	14
<b>1 / EINLEITUNG</b>	<b>18</b>
1.1 Ziele der Studie	19
1.2 Aufbau der Studie und Vorgehensweise	20
<b>2 / EIN BLICK IN DAS JAHR 2035: ENTWICKLUNGEN MIT EINFLUSS AUF LOGISTIK UND MOBILITÄT</b>	<b>28</b>
2.1 Klimawandel	30
2.2 Demographie	32
2.3 Digitale Transformation und der Beginn des Qbit-Zeitalters	34
2.4 Deutschland 2035	36
2.5 Hessen 2035	37
<b>3 / DAS ZUKUNFTSBILD LOGISTIK UND MOBILITÄT IN HESSEN 2035 IN SIEBEN HANDLUNGSFELDERN</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Digitale Transformation</b>	<b>46</b>
Einführung	48
Zukunftstrends in Hessen	51
Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	64
<b>3.2 Energie und Klimawandel</b>	<b>66</b>
Einführung	68
Zukunftstrends in Hessen	71
Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	81

<b>3.3</b>	<b>Logistik, Mobilität und Gesellschaft</b>	<b>84</b>
	Einführung	86
	Zukunftstrends in Hessen	89
	Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	101
<b>3.4</b>	<b>Urbane Logistik und Mobilität</b>	<b>104</b>
	Einführung	106
	Zukunftstrends in Hessen	108
	Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	126
<b>3.5</b>	<b>Intelligente Verkehrssysteme</b>	<b>130</b>
	Einführung	132
	Zukunftstrends in Hessen	134
	Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	146
<b>3.6</b>	<b>Aviation Next Generation</b>	<b>148</b>
	Einführung	150
	Zukunftstrends in Hessen	152
	Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	166
<b>3.7</b>	<b>Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain</b>	<b>168</b>
	Einführung	170
	Zukunftstrends in Hessen	172
	Lösungsansätze und Erfolgsmodelle	183

## **4 / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR WIRTSCHAFT, WISSENSCHAFT UND POLITIK** **186**

4.1	Kooperation	188
4.2	Rechtliche Rahmenbedingungen	189
4.3	Neue Geschäftsmodelle	191
4.4	Rolle des Menschen	193
4.5	Infrastrukturentwicklung	194
	Literaturverzeichnis	196
	Impressum II	210

# EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

*Das Jahr 2035 in Hessen – die Digitalisierung hat nahezu alle Bereiche unseres Alltags und vor allem die Logistik- und Mobilitätswirtschaft erfasst und tiefgreifend verändert.*

Mobilität ist heute ein umfassendes Serviceangebot geworden. Die unterschiedlichsten Verkehrsmittel für die nahtlose, häufig emissionsfreie Reise zu nutzen, ohne Fahrpläne studieren oder Tickets persönlich kaufen zu müssen, ist selbstverständlich. Die Warenströme im Land sind fast vollständig transparent. Kundinnen und Kunden können für jedes Endprodukt nicht nur erkennen, wo sich die Ware befindet und bestimmen, wohin die Ware wann geliefert werden soll. Ein modernes Informationsmanagement erlaubt es auch, Details über den „ökologischen Fußabdruck“ der Ware zu erhalten (CO<sub>2</sub>-Ausstoß für Produktion und Transport) sowie darüber, wo und unter welchen Bedingungen die Ware produziert worden ist.

Davon gehen die Expertinnen und Experten wie auch eine Vielzahl von Bürgerinnen und Bürgern aus, die an der Umfrage zum Zukunftsbild „Logistik und Mobilität in Hessen 2035“ teilgenommen haben. Mit der gemeinsamen Studie haben das House of Logistics and Mobility (HOLM) und das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML einen Blick in die Zukunft der Logistik und Mobilität in Hessen 2035 geworfen. Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in Hessen sowie Bürgerinnen und Bürger des Bundeslandes haben durch Befragungen, Workshops und Interviews dazu beigetragen, auf Grundlage von sieben Handlungsfeldern die jeweiligen Trends zu prognostizieren. Die Studie richtet sich gleichermaßen an Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Das Bild, das dabei entsteht, soll Akteure darin unterstützen, künftige Chancen zu nutzen, Risiken zu minimieren und Kooperationen aufzubauen. Zum Abschluss der Studie geben HOLM und Fraunhofer IML 102 Handlungsempfehlungen.

Etwa die Hälfte aller Transportfahrzeuge nutzt im Jahr 2035 nach Einschätzung der Befragten alternative Antriebe - ihr Betrieb ist emissionsfrei. Die Nutzung des Öffentlichen Personennahverkehrs hat weiter zugenommen.

Ob die Zahl der Arbeitsplätze durch die Digitalisierung zu- oder abnimmt, darüber gehen die Meinungen der Experten auseinander.

Der Flughafen Frankfurt behauptet trotz neuer Trends im Luftverkehr seine Funktion als wichtige Verkehrsdrehscheibe. Gewandelt hat sich die Geschäftsbeziehung zwischen Logistik- und Mobilitätsunternehmen einerseits und den klassischen Banken andererseits: FinTechs, Unternehmen, die sich auf das Angebot von Finanztechnologien spezialisiert haben, nehmen die zentrale Rolle bei der Kreditvergabe und der Finanzierung von Logistikprozessen ein.

Logistik und Mobilität sind effizienter, kundenfreundlicher und weniger energieintensiv geworden. Dazu beigetragen hat die Offenheit nicht nur der Unternehmen, sondern auch der hessischen Gesellschaft, die sich in der Umfrage für diese Studie technologischen Innovationen und Neuerungen aufgeschlossen zeigt.

Roboter und autonome Systeme in der Logistik und Mobilität sind heute keine Ausnahme mehr. Der Einsatz so genannter Business Intelligence, Verfahren und Prozesse zur systematischen Analyse und Optimierung von Daten in Unternehmen, ist heute der Regelfall, ein Verzicht nicht mehr vorstellbar. Trotz der intensiven Nutzung von Programmen und digitaler Technik sind aber fast zwei Drittel der Befragten überzeugt, dass Probleme der Datensicherheit nach wie vor nicht gelöst sind und die Datensicherheit auch 2035 unzureichend ist.

75 Prozent der befragten Experten gehen davon aus, dass die Digitalisierung den Bedarf an Fachkräften mit hoher Qualifikation nicht senken wird. Bürgerinnen und Bürger erwarten sogar mit einer Mehrheit von 84 Prozent, dass ihr Arbeitsplatz durch Digitalisierung und Automatisierung nicht wegfällt.

Klimawandel und Umweltschutz behalten ihre Relevanz für Bürgerinnen und Bürger und gewinnen an Bedeutung: Die Mehrheit ist überzeugt, dass beim Kauf eines Produktes die Umweltfreundlichkeit eine fast ebenso große Rolle spielt wie der Preis des Produktes. Die Gesellschaft in Hessen erwartet zudem, dass die Produktetiketten darüber informieren, wie viel CO<sub>2</sub> für Herstellung und Transport des Produktes verursacht worden sind. Experten fordern, dass der „ökologische Fußabdruck“ auf allen Endprodukten verbindlich ausgewiesen werden muss. 80 Prozent der Experten gehen sogar davon aus, dass die Hälfte aller Transportfahrzeuge emissionsfreie Antriebe nutzt.

Trotz der großen Herausforderungen beim Klimaschutz geht die Mehrzahl der befragten Experten nicht davon aus, im Jahr 2035 über ein persönliches Emissionskontingent für CO<sub>2</sub> zu verfügen. Dennoch sind drei Viertel bereit, im Falle der Einführung eines Kontingentes höhere Abgaben zu zahlen, wenn ihr Kontingent erschöpft ist und zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursacht wird.

Die Digitalisierung und Automatisierung wird nach Einschätzung der Experten und Bürger nicht dazu führen, dass die Arbeit enthumanisiert wird: Roboter und autonome System werden den Produktionsprozess nicht vollständig übernehmen. Im Zuge der veränderten Arbeitswelt sind Beschäftigte aber aufgefordert, Mischqualifikationen zu erwerben und im Zuge ihrer Ausbildung duale Studiengänge zu absolvieren und sich zusätzlich zu qualifizieren. Die Bedeutung von Bildung wird zunehmen, Programmieren gehört zum standardmäßigen Lehrplan.

Zugleich lösen sich die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit auf. Beschäftigte pendeln darüber hinaus nicht mehr in altbekannter Weise zu ihren physischen Arbeitsplätzen in die Kernstädte, sondern arbeiten flexibel in virtuellen Teams und in Co-Working Zentren. Etwa die Hälfte der Bürger teilt die Einschätzung der Experten. Obwohl Logistik und Mobilitätswirtschaft die Basis für Wohlstand und Freiheit legen, sind lediglich ein Drittel der Bürgerinnen und Bürger davon überzeugt, dass die Branche in der Öffentlichkeit ein hohes Ansehen genießt.

Darüber hinaus wollen Bürgerinnen und Bürger heute über alle Großprojekte frühzeitig und umfassend informiert und an Entscheidungsprozessen beteiligt sein.

Entgegen dem aktuellen Trend der wachsenden Urbanisierung geht die Mehrzahl der Bürgerinnen und Bürger davon aus, dass sie im Jahr 2035 auf dem Land leben will. Fast drei Viertel der Befragten möchten ferner auf kreuzungsfreien Fahrradschnellwegen unterwegs sein. Auch der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) wird nach Einschätzung der Bürgerinnen und Bürger häufiger genutzt werden. Services zur individuellen verkehrsmittelübergreifenden Reiseplanung, Buchung und Bezahlung werden sich etabliert haben und erleichtern die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für den Weg von A nach B.

Hessen wird 2035 nicht staufrei sein, aber es wird weniger Stillstände auf Autobahnen geben, weil Verkehr zunehmend intelligent gesteuert werden kann. Davon gehen auch die Bürger aus. Gleichzeitig wird die Zahl der Verkehrsunfälle abnehmen. Die Experten gehen davon aus, dass die Unfälle um 25 Prozent vermindert werden können.

Autonomes Fahren hat am Gesamtverkehr in Hessen mehr als 25 Prozent Anteil, etwa die Hälfte ist überzeugt, dass autonome Fahrzeuge in den ÖPNV integriert sind. Der 24-Stunden-Betrieb von autonom fahrenden Bussen in ländlichen Regionen ist möglich.

Der Flughafen Frankfurt wird trotz Verlagerung von Hub-Verkehren seine Bedeutung behalten. Der Flughafen hat sich bis 2035 zur Airport City gewandelt, die eine wichtige Rolle für standortbezogenen Handel, für Konferenz, Forschung und für Freizeit spielt.



Die Mehrzahl der Experten ist skeptisch, ob 2035 die Inlandsflüge durch Reisen mit dem Zug ersetzt werden. Die Reisezeit für Wege etwa von München nach Hamburg ist mit dem Flugzeug auch 2035 immer noch kürzer als mit der Bahn. Drei Viertel der Experten gehen ferner davon aus, dass Inlandsflüge nicht komplett auf die Schiene oder Straße verlagert worden sind.

Auch der schnelle Schienengütertransport in Europa wird nicht dazu führen, dass Luftfracht auf die Schiene verlagert wird. 80 Prozent halten das für unrealistisch.

Große Fortschritte gibt es bei der Vernetzung und Autonomisierung von Passagierprozessen (Check-In, Baggage Drop-off, Passkontrolle et cetera). Die Digitalisierung dieser Prozesse ist weitgehend abgeschlossen, Sicherheitsmaßnahmen für Passagiere und Fracht sind weitgehend unsichtbar und erhöhen den Komfort für Reisende. Je umfassender autonomisierte Verfahren eingeführt sind, desto wahrscheinlicher wird der Einsatz von smart objects, Fracht, die ihren Weg vom Absender zum Empfänger selbst findet.

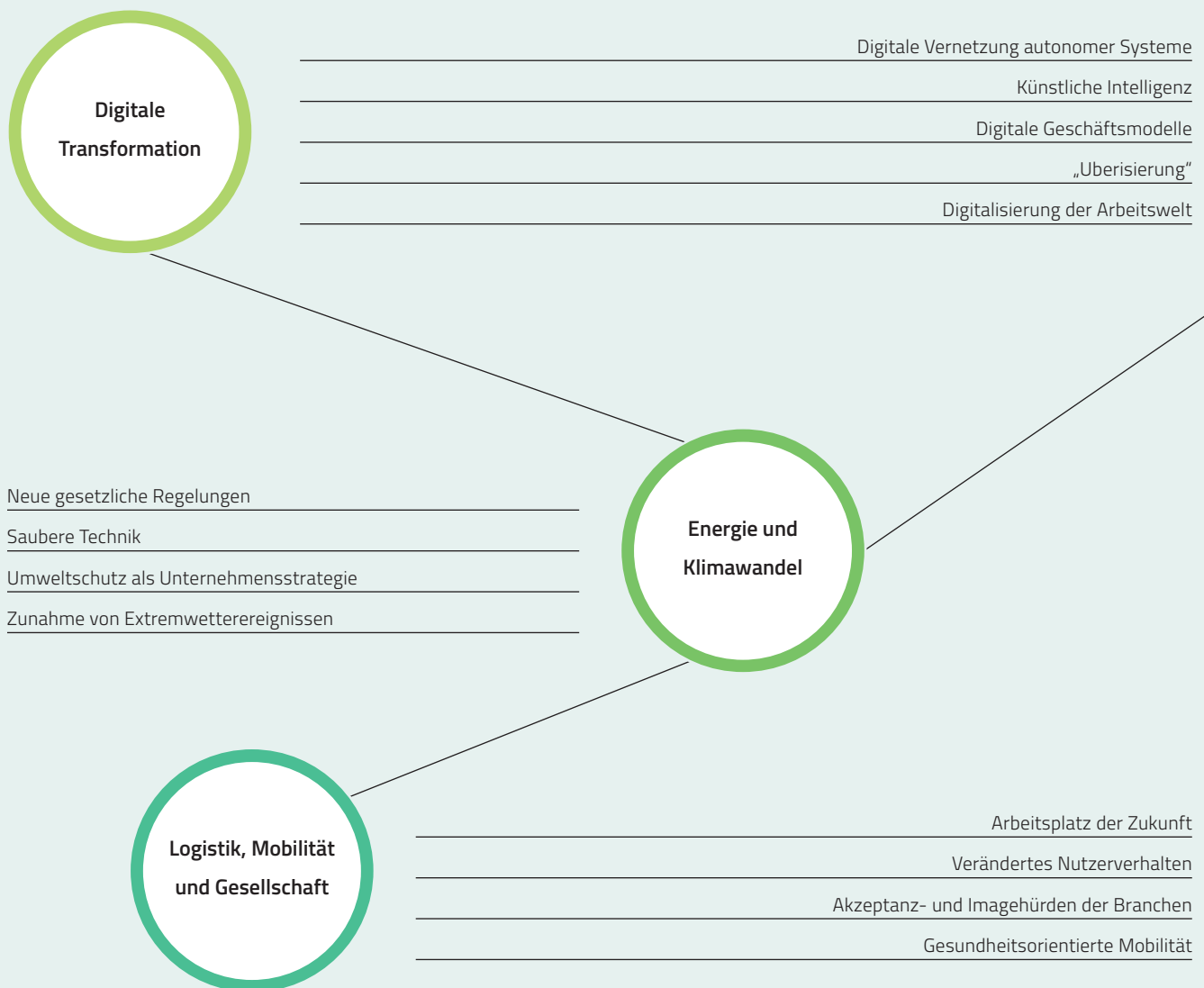
Ob 3D-Druckverfahren im Zuge einer innovativen Produktion die Menge der transportierten Luftfracht reduziert, darüber sind sich die Experten nicht einig: Zustimmung und Ablehnung halten sich bei diesem Thema in etwa die Waage. Dass solche Verfahren auf der anderen Seite Einfluss auf den Transportmarkt haben, davon gehen viele der Befragten aus. Der 3D-Druck wird auch die Wertschöpfung zum Kunden hin verschieben. Davon sind fast 70 Prozent der Experten überzeugt, aber nur jeder zweite Bürger geht davon aus, dass er mittels 3D-Druck Produkte für den Eigenbedarf herstellt.

FinTechs, Unternehmen, die sich auf das Angebot von Finanztechnologien spezialisiert haben, werden traditionelle Banken bei der Kreditvergabe abgelöst haben. Zwei Drittel der befragten Experten sind davon überzeugt.

Die Supply Chain Finance ist flächendeckend implementiert und standardisiert. Smart Finance und Smart Payment, digitalisierte Finanzprozesse und Bezahlmethoden in Kombination mit Industrie 4.0, sind eine ideale Lösung. 80 Prozent der Experten halten das für wahrscheinlich. Was bedeutet: Nicht nur Waren- und Informationsflüsse sind im Jahr 2035 automatisiert, sondern auch die Finanzströme.

# DIE TRENDS IM ÜBERBLICK

*Diese Trends prägen das Zukunftsbild für Logistik und Mobilität in Hessen 2035.*

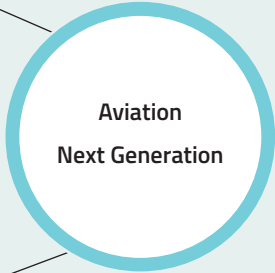


- Entlastung städtischer Räume
- Vernetzte und multimodale Mobilität
- Neue Belieferungskonzepte
- Restrukturierung urbaner Güterströme



- Stau- und Emissions-reduzierende Verkehrssteuerung
- Intelligente Parksysteme
- Rückgang von Verkehrsunfällen
- Fahrerlose Fahrzeuge und neue Mobilitätskonzepte

- Veränderung des Luftverkehrsaufkommens
- Green Airport
- Non-Aviation Angebote
- Passenger Experience
- Digitalisierte Luftfrachttransportkette



- Autonomisierung der Wertschöpfungskette
- Mangelnder Strategieabgleich der Akteure
- Digitalisierung der Finanzströme
- Alternative Finanzierungskonzepte
- Sicherheitsrisiken in Wertschöpfungsketten

# GRUSSWORT

*„Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen“ lautet ein vielzitiertes Bonmot, das dem Physiker Niels Bohr zugeschrieben wird. Selbstverständlich hat er Recht – wer wollte auch einem Nobelpreisträger widersprechen?*



A handwritten signature in black ink that reads "Tarek Al-Wazir".

Tarek Al-Wazir

*Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Landesentwicklung*

Aber ebenso selbstverständlich kommen wir ohne Prognosen nicht aus. Ob im Privatleben oder in der Politik, in der Wirtschaft oder beim Kartenspielen: Ständig treffen wir Entscheidungen, deren Tragweite über den Moment hinausreicht, und dabei orientieren wir uns an Erwartungen. Manchmal sind es dumpfe Ahnungen, manchmal phantasievolle Spekulationen, manchmal fundierte Annahmen – immer aber beeinflussen diese Erwartungen unser gegenwärtiges Handeln.

Daher ist es immer sinnvoll zu wissen, wie unsere Zeitgenossen sich die Zukunft ausmalen – sowohl die Experten, die Trends analysieren und extrapolieren, als auch die vielen Laien, die alleine schon mit ihren Kaufgewohnheiten diese Trends mitgestalten. Um ein Beispiel zu nennen: Wieviel Elektroautos in fünf Jahren über die Straßen rollen werden, hängt nicht zuletzt davon ab, wie die Verbraucherinnen und Verbraucher die mittelfristige Entwicklung der Technik und der Preise einschätzen.

Ich freue mich deshalb außerordentlich, dass das HOLM und das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik das „Zukunftsbild Logistik und Mobilität in Hessen 2035“ vorlegen. Mobilität von Gütern und Menschen ist eine Grundvoraussetzung moderner Industriegesellschaften. Hessen lebt zu einem beträchtlichen Teil vom Transportgewerbe. Aber gerade Hessen als Transitland im Herzen Europas weiß auch, welche ökologischen Probleme der Verkehr schafft. Die Zukunft der Mobilität ist also eine der zentralen Fragen für Politik und Gesellschaft. Und die Mobilität der Zukunft kann nur eine nachhaltige sein.

Offensichtlich teilen viele Bürgerinnen und Bürger diese Auffassung. Immerhin wollen, wie die Studie zeigt, drei Viertel von ihnen (77 Prozent) im Jahr 2035 ohne Verbrennungsmotor unterwegs sein. Fast genauso viele (72 Prozent) möchten gerne Radschnellwege nutzen. Das freut mich außerordentlich, denn es ist eine Ermutigung für die hessische Verkehrspolitik.

Es ist ein großer Vorzug der Studie, dass sie nicht bei einer Bestandsaufnahme der Wünsche und Vorstellungen stehenbleibt, sondern sich der Frage stellt, wie daraus Realität werden kann. Sie beantwortet sie mit detaillierten Handlungsempfehlungen, die sich in vielen Punkten mit der Politik der Landesregierung decken: Der Ausbau der Schieneninfrastruktur und der Aufbau intelligenter Verkehrssysteme sind nur zwei Beispiele.

Mobilität entsteht jeden Tag aus den Entscheidungen vieler Millionen Menschen. Die Landesregierung will optimale Rahmenbedingungen dafür schaffen, dass dieses Grundbedürfnis auf nachhaltige Weise erfüllt wird: Mit intelligenter Verknüpfung der Verkehrsträger und einem übergreifenden Mobilitätsmanagement wollen wir dazu beitragen, dass Hessen im Jahr 2050 klimaneutral unterwegs ist. Intelligente und vernetzte Verkehrssysteme nutzen die Infrastruktur effizient; sie ersparen uns und der Umwelt Beton, sie steigern die Sicherheit und reduzieren Lärm und Schadstoffe.

Der Schlüssel dazu sind digitale Technologien. Die Landesregierung wird deshalb vernetztes und automatisiertes Fahren fördern und das Testfeld für kooperative Systeme im Raum Frankfurt zum Testfeld für automatisiertes Fahren ausbauen. Sie wird eine Strategie zur Erfassung und Bereitstellung verkehrstechnischer Daten ausarbeiten und ihre Geoinformationen optimal zugänglich machen, um innovative Dienste zu ermöglichen. Sie wird darauf hinwirken, dass Verkehrsverbünde und -unternehmen ihre digitale Infrastruktur besser synchronisieren. Wir brauchen automatisiertes Ticketing, Echtzeitinformationen über Abfahrt- und Ankunftszeiten und die Einbeziehung von Car- und Bike-Sharing in die Buchungssysteme. So lassen sich die Verkehrsmittel einfach und flexibel kombinieren.

Die klassische Infrastruktur lassen wir dabei nicht aus den Augen. Hessen investiert in den Erhalt des Straßennetzes, setzt sich massiv für den Ausbau der Schienenwege ein und stärkt die Nahmobilität. All dies folgt einem gemeinsamen Ziel: Wir wollen Hessen als Standort der Mobilitäts- und Logistikwirtschaft erhalten, Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen in allen Landesteilen ermöglichen und den Zugang auch für mobilitätseingeschränkte Personen verbessern.

# VORWORTE



Michael Kadow

*Geschäftsführer, House of Logistics & Mobility  
(HOLM) GmbH*

## Motivation und Vorwort von Michael Kadow

Die wachsende Dynamik am Beginn des 21. Jahrhunderts stellt uns vor die schwierige Aufgabe, weitreichende Prognosen immer schneller formulieren zu müssen, um Handlungsempfehlungen für die Zukunft geben zu können. Dieser Herausforderung hat sich die Logistik- und Mobilitätsbranche im Besonderen zu stellen, weil Produktion und Dienstleistung in der globalisierten, arbeitsteiligen Welt ohne den Transport von Gütern und die Beförderung von Menschen nicht möglich sind. Das Bundesland Hessen mit seiner exzellenten Infrastruktur ermöglicht vor diesem Hintergrund seit Jahrzehnten solche Verkehrsleistungen, die – bei allen damit verbundenen Belastungen – einen Wohlstand geschaffen haben, der historisch ohne Beispiel ist.

Die Leistung auf Dauer zu sichern und zu optimieren, war einer der Gründe, warum das Land Hessen, die Stadt Frankfurt am Main und der heutige HOLM-Verein das House of Logistics and Mobility gegründet haben. Ein weiterer Grund ist, dass die Logistik- und die Mobilitätsbranche zu den arbeitsplatzintensivsten Wirtschaftszweigen in Hessen gehören und wir heute an den Themen arbeiten, die morgen Arbeitsplätze schaffen.

Die HOLM GmbH und ihre Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik haben die Aufgabe übernommen, als Vordenker für die Entwicklungen im Bereich Logistik und Mobilität zu arbeiten und die Position des Bundeslandes als Vorreiter im Bereich Logistik und Mobilität zu gewährleisten und auszubauen.

Das „Zukunftsbild Logistik und Mobilität in Hessen 2035“, das Sie in Händen halten, ist ein wichtiger Beitrag, um diese Aufgabe erfüllen zu können. Die House of Logistics and Mobility (HOLM) GmbH hat diese Studie initiiert und zusammen mit dem Partner Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in den vergangenen Monaten erarbeitet. Das Ergebnis, das die HOLM GmbH als Mitherausgeberin der Studie präsentiert, ist auch möglich geworden durch die ausgewiesene Exzellenz unseres Partners Fraunhofer IML sowie durch die Förderung des Hessischen Ministers für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung.

Die vorliegende Arbeit beinhaltet ein Szenario mit Blick auf das Jahr 2035 und evaluiert in diesem Zusammenhang unsere sieben Handlungsfelder „Urbane Logistik & Mobilität“, „Energie & Klimawandel“, „Logistik, Mobilität & Gesellschaft“, „Intelligente Verkehrssysteme“, „Aviation Next Generation“ und „Neues Wertschöpfungsdesign“ und die über alle Felder wirkende „Digitale Transformation“. Auf Basis zahlreicher Expertengespräche und Workshops sowie einer Online-Befragung auch der Bürgerinnen und Bürger haben wir ein komplexes Bild der Zukunft von Logistik und Mobilität in Hessen entworfen, das Handlungsempfehlungen für Kooperationen zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gibt.

Zukunftsfähig sind wir nur, wenn wir langfristig wettbewerbsfähig sind. In einer globalisierten Wirtschaft sind Veränderungen auch bei uns bis ins letzte Dorf zu spüren. Daher müssen wir mit hoher inkrementeller Innovationskraft Angebote, Prozesse und Strukturen schaffen und neu denken.

Die Studie soll den Diskurs zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darüber befördern, wie diese Zukunft gestaltet werden kann. Wenn wir uns weiter entwickeln und in Zukunft auch Erfolg für die nächste Generation sicherstellen wollen, brauchen wir auf Dauer einen Grundkonsens in weiten Teilen der Bevölkerung über Fragen der Logistik und Mobilität.

„Mehr als die Vergangenheit interessiert mich die Zukunft, denn in ihr gedenke ich zu leben“, lautet ein bekanntes Bonmot von Albert Einstein. In diesem Sinne hoffen wir auf anregende Diskussionen über das Zukunftsbild „Logistik und Mobilität in Hessen 2035“.



A handwritten signature in black ink that reads "U. Clausen". The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.

Uwe Clausen

*Institutsleiter, Fraunhofer IML*

## Vorwort von Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Mobilität ist ein Grundbedürfnis der Menschen – Logistik ist in einer funktionierenden arbeitsteiligen Gesellschaft unverzichtbar.

Angewandte Forschung bringt Ideen und Kompetenzen zur Lösung der Herausforderungen in Wirtschaft und Gesellschaft mit. Wir kennen die Zukunft nicht, aber wir kennen aktuelle Trends und Technologien, wir wissen um Innovationen und neue Geschäftsmodelle, Kundenwünsche und Optimierungsverfahren – wir machen uns Bilder der Zukunft. Die nun vorgelegte gemeinsame Studie der HOLM GmbH und des Fraunhofer-Instituts IML beschreibt – mit einem Blick auf das Jahr 2035 und auf Hessen – ein Bild der Zukunft von Logistik und Mobilität. Es sind neben der eigenen Expertise vielfältige Experteneinschätzungen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ebenso eingeflossen wie andere Studien und die Meinung von Bürgerinnen und Bürgern. Wenn wir 20 Jahre zurückschauen, sehen wir eine Welt ohne Smartphones und mit einem gerade erst relevant werden Internet, eine Welt ohne den Euro als Zahlungsmittel und mit einer gerade erst beschlossenen Vollendung des europäischen Binnenmarktes, mit Staatsbahnen in Europa, mit dem gerade erst gegründeten RMV, ohne DB Navigator, ohne Toll Collect, ohne Tesla, ohne Uber, ohne MyTaxi, ohne IoT-Applikationen in der Intralogistik, mit einem Bruchteil des Güterverkehrs zwischen Asien und Europa und so weiter.

Wenn wir nun ebenso lange nach vorne schauen, wird sich die Welt sicher nicht weniger verändert haben. Die Chancen kreativer Ideen und neuer Technologien, die Herausforderungen ambitionierter Klimaziele, der Urbanisierung, des demographischen Wandels sowie viele andere Chancen und Herausforderungen diskutiert diese Studie in sieben wesentlichen Handlungsfeldern. Ich danke den Autoren und allen Beteiligten und wünsche mir, dass die Studie mit ihren Themen und Empfehlungen den Diskurs der interessierten Öffentlichkeit befruchten und bereichern möge.



## Vorwort von Prof. Dr. Michael Henke

Angesichts der zunehmenden Digitalisierung, Autonomisierung und Individualisierung stellen wir uns immer häufiger und in allen Bereichen unseres Privat- und Berufslebens die Frage, was uns die Zukunft bringen wird. Politische Veränderungen und Terroranschläge tragen dazu bei, dass zunehmend Angst und Verunsicherung bei der Beantwortung dieser Frage mitschwingen und die Zukunft immer weniger prognostizierbar erscheint.

Direkte Auswirkungen dieser aktuellen Entwicklungen sind bereits für jeden bei der Bewegung der Menschen (Mobilität) und ganz konkret bei der Auswahl der Ferenziele für den Sommerurlaub 2016 spürbar, aber auch die Bewegung der Güter (Logistik) muss darauf umsichtig und konsequent Rücksicht nehmen. Insofern kommt die vorliegende Studie zu einem Zukunftsbild in den Bereichen Logistik und Mobilität bis zum Jahr 2035 trotz aller Herausforderungen und Unwägbarkeiten genau zum richtigen Zeitpunkt. Diese Studie will Vertretern aus Politik und Gesellschaft genauso wie aus Wirtschaft und Wissenschaft Orientierung geben, indem sie in sieben Handlungsfeldern zukünftige Entwicklungen evaluiert und dabei auch übergreifende Zusammenhänge im Sinne eines „neuen Wertschöpfungsdesigns“ und bei der „digitalen Transformation“ thematisiert.

Die Studie ist dabei nicht auf die gesamte Welt, nicht auf Europa oder Deutschland insgesamt gerichtet, sondern fokussiert mit Hessen ein Bundesland, das für die Themen Logistik und Mobilität in allen Facetten – bis hin zur Verbindung mit den Finanzströmen (Financial Supply Chain Management) am Bankenstandort Frankfurt – steht. Auf diese Weise gelingt es, die Szenarien möglichst konkret und anschaulich, nicht zuletzt für die Bürger und Bürgerinnen in Hessen selbst, zu formulieren.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Mitstreitern dieser Studie bedanken, allen voran bei den Autorenteamen seitens Fraunhofer IML und HOLM. Diese Studie ist damit gleichzeitig auch ein Beleg dafür, dass das HOLM-Konzept aufgeht und eine hervorragende Basis für eine fruchtbare Weiterentwicklung unserer Zusammenarbeit darstellt.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern eine spannende Lektüre der Studie und freue mich schon auf den weiteren Diskurs mit Ihnen zur Zukunft von Logistik und Mobilität in Hessen 2035.



Michael Henke

*Institutsleiter, Fraunhofer IML*

# 1 / EINLEITUNG

*Die Welt befindet sich seit jeher in einem stetigen Wandel. Kultur, Technologie, Wirtschaft, Industrie, Infrastruktur sowie Logistik und Mobilität verändern sich permanent. Betrachtet man die Entwicklung der Logistik und Mobilität in den vergangenen Jahrzehnten und berücksichtigt die aktuellen globalen Entwicklungen wie den Klimawandel, die Digitalisierung und die Globalisierung, wird schnell deutlich, dass in diesem Sektor auch in Zukunft große Veränderungen zu erwarten sind.*

In der heutigen Gesellschaft tickt die Uhr aber noch ein wenig schneller, Veränderungen ereignen sich in kürzeren Abständen und die Bevölkerung sieht sich mit weitaus tiefgreifenderen Umbrüchen in ihrem Alltag konfrontiert. Angesichts dieser globalen Entwicklungen wird ein frühzeitiger Blick in die Zukunft für die Vertreter von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik immer wichtiger. Wie werden sich Veränderungen im Transport und Verkehr auf die Arbeitsplätze auswirken? Welche Rolle spielt künstliche Intelligenz? Werden wir auf völlig neue Verkehrsmittel und Informationssysteme zurückgreifen? Wird die Elektromobilität bleiben und können wir bald vollautonom fahrende Autos kaufen? Werden auf den Straßen Lkw-Platoons an uns vorüberziehen oder beobachten wir dies vom Rad-schnellweg, der über die Autobahn führt?

Antworten auf diese und weitere Fragen sind relevant, um bevorstehende Entwicklungen in der Logistik und Mobilität zu antizipieren, zu lenken und rechtlich gestalten zu können. Im Rahmen der Globalisierung ist es für sämtliche Stakeholder fundamental, frühzeitig auf Veränderungen im Markt zu reagieren, um im Wettbewerb bestehen zu können und strategisch wichtige Investitionsentscheidungen zu treffen.

Eine Vielzahl von Akteuren und Entscheidern sowie wissenschaftliche Institutionen zur Logistik und Mobilität sind im Bundesland Hessen angesiedelt. 15 Unternehmen aus den „TOP 100 der Logistik“ in Deutschland haben ihren Standort in Hessen. Das Bundesland Hessen ist bereits heute ein Knotenpunkt für Logistik und Mobilität in Deutschland.<sup>1</sup> Dies liegt sowohl an der zentralen Lage in der Mitte Europas als auch an der vorhandenen Infrastruktur, den angesiedelten Unternehmen und der damit vorhandenen Kompetenz. Allein 225.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte arbeiten in der Logistik- und Mobilitätsbranche in Hessen. Kein anderes Bundesland in Deutschland ist über alle Verkehrsträger hinweg so stark in den internationalen Handel und Verkehr integriert. Das Land mit dem Wirtschafts- und Verkehrsknoten Frankfurt RheinMain bildet das Ausgangstor zur Welt für viele deutsche exportorientierte Unternehmen, hat aber noch größere Bedeutung als Eingangstor für ausländische Unternehmen,

<sup>1</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016e

die sich den deutschen Markt erschließen wollen. In der Rhein-Main-Region befinden sich der Flughafen Frankfurt, einer der größten Flughäfen Europas und der größte deutsche Verkehrsflughafen, das Europäische Finanzzentrum in Frankfurt und das meistfrequentierte Autobahnkreuz in Deutschland. Mit dem Hauptbahnhof Frankfurt ist ebenfalls einer der bedeutendsten Bahnhöfe im bundesweiten Zugverkehr in der Region angesiedelt. Zudem ist Hessen an die Bundeswasserstraßen Rhein und Main angeschlossen.<sup>1</sup> Mit dem Deutschen Internetknoten DE-CIX verfügt Hessen über die Datendreh-scheibe mit dem höchsten Datentransfer weltweit.

Mit Hessen als Dreh- und Angelpunkt in der Logistik und Mobilität in Deutschland, werden sich insbesondere die hiesigen Akteure mit Fragen zu der möglichen Entwicklung ihrer Geschäfts- und Aktivitätsfelder befassen. Das House of Logistics and Mobility (HOLM) sowie das Fraunhofer IML beschäftigen sich schon heute mit den Zukunftsthemen in der Logistik und Mobilität.<sup>1</sup> Die zentrale Frage für ein zielgerichtetes Agieren von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ist die Frage nach der Zukunft. Das Jahr 2035 steht beispielhaft für diese Zukunft und stellt den Ausgangspunkt der vorliegenden Studie dar.

Wie sehen Logistik und Mobilität in Hessen im Jahr 2035 aus? So lautet die Frage, mit der sich die HOLM GmbH und das Fraunhofer IML beschäftigt haben. Auf diese Frage gibt die vorliegende Studie, basierend auf Einschätzungen von Experten aus Logistik und Mobilität sowie der Meinung von hessischen Bürgerinnen und Bürgern, eine Antwort.

## 1.1 / Ziele der Studie

Das grundlegende Ziel dieser Studie ist es, einen Blick in die Zukunft der Logistik und Mobilität in Hessen 2035 zu ermöglichen. Die Studie richtet sich gleichermaßen an Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Das Bild, das dabei entsteht, soll Akteure darin unterstützen, künftige Chancen zu nutzen und Risiken zu minimieren.

### Ziel 1

Aufzeigen zukünftiger Handlungsfelder von Logistik und Mobilität für Hessen 2035



### Ziel 2

Entwicklung eines Zukunftsbilds auf Basis von Zukunftstrends in den Handlungsfeldern unter Berücksichtigung von Experten- und Bürgereinschätzungen



### Ziel 3

Ableitung von Handlungsempfehlungen für Kooperationen zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Ein zentrales Ziel der Studie ist, übergeordnete Kernthemen – sogenannte Handlungsfelder – für die Zukunft aufzuzeigen. Diese Handlungsfelder vermitteln einen ersten Eindruck der maßgeblichen Zukunftsthemen in Logistik und Mobilität bis zum Jahr 2035 in Hessen.

Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik in Hessen sowie hessische Bürgerinnen und Bürger haben durch Befragungen, Workshops und Interviews dazu beigetragen, auf Grundlage dieser Handlungsfelder jeweilige Trends zu prognostizieren.

<sup>1</sup> vgl. Clausen, Holloh & Kadow 2014

<sup>2</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung 2010

Deren Identifikation und die Berücksichtigung der gesellschaftlichen Meinung zur künftigen Entwicklung der Logistik und Mobilität stellen ein gesondertes Ziel dar. Um die Logistik und Mobilität der Zukunft in Hessen zu visualisieren, ist ein Zukunftsbild entwickelt worden. Dieses Zukunftsbild führt entlang der Handlungsfelder durch die Zukunftsstudie.

Aufbauend auf den Handlungsfeldern und ihren jeweiligen Trends werden Handlungsempfehlungen für Akteure der Logistik und Mobilität ausgesprochen. Die Handlungsempfehlungen sollen Hinweise geben, wie die Akteure in Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft die Ziele erreichen können, um nachhaltig erfolgreich zu sein und Arbeitsplätze in der Branche zu sichern.

## 1.2 / Aufbau der Studie und Vorgehensweise

Um die Ziele zu erreichen, sind in einem ersten Schritt die globalen Entwicklungen und Trends basierend auf einer Literaturrecherche analysiert worden, die Einfluss auf die Logistik und Mobilität nicht nur in Hessen haben. Parallel dazu wurden mit Unterstützung der Gesellschafter und Premiumpartner der HOLM GmbH sowie weiterer Netzwerkpartner insgesamt sieben zukunftsweisende Handlungsfelder in Workshops identifiziert. Die HOLM-Gesellschafter bilden das Land Hessen, die Stadt Frankfurt am Main sowie der HOLM e.V. Die HOLM-Premiumpartner zum Zeitpunkt der Workshops in den Jahren 2015 und 2016 waren namentlich: DB Cargo AG, DB Schenker AG, Deutsche Lufthansa AG, Deutsche Post AG, Fraport AG, H.P. Gauff Ingenieure GmbH & Co.KG -JBG-, Messe Frankfurt GmbH, Rhein-Main-Verkehrsbund GmbH, Sweco GmbH, TÜV Rheinland AG sowie die Kooperationspartner Regionalverband FrankfurtRheinMain und UMS GmbH.

Aus den Handlungsfeldern konnten 67 Zukunftsthesen abgeleitet werden, die die Zukunft von Logistik und Mobilität in Hessen im Jahr 2035 beschreiben. Um die Eintrittswahrscheinlichkeit aus Expertensicht<sup>1</sup> zu verifizieren, wurde eine Experten-Onlinebefragung durchgeführt. Im Bereich Politik wurden alle 426 Kommunen in Hessen sowie im Bereich Wissenschaft alle hessischen universitären und außer-universitären Forschungseinrichtungen, die im Bereich Logistik und Mobilität tätig sind, zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Über die Datenbank Hoppenstedt wurden alle Unternehmen, die im Logistik- und Mobilitätsbereich (Branche: Verkehr und Lagerei) in Hessen tätig sind, angeschrieben. Darüber hinaus wurden die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit mehr als 250 Mitarbeitern und Sitz in Hessen berücksichtigt. Somit wurden insgesamt 2.750 Organisationen eingeladen, sich an der Befragung zu beteiligen.

<sup>1</sup> Aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung wird in der Studie auf die Nennung beider Geschlechter verzichtet, wo eine geschlechtsneutrale Formulierung nicht möglich war. In diesen Fällen beziehen die verwendeten männlichen Begriffe die weiblichen Formen ebenso mit ein.

## Methodische Vorgehensweise

Identifizierung von sieben Handlungsfeldern der Zukunft  
(*HOLM Premiumpartner-Workshops*)

Aufzeigen von Entwicklungseinflüssen auf Logistik und Mobilität  
(Welt, Europa, Deutschland, Hessen)  
(*Literaturrecherche*)



Ableitung von 67 Zukunftsthesen für Logistik und Mobilität in Hessen im Jahr 2035



Bewertung von  
67 Zukunftsthesen durch Experten  
(Wirtschaft, Wissenschaft, Politik)  
(*Online-Fragebogen*)

Bewertung von 12 Zukunftsthesen  
durch Bürger und Erhebung von  
14 persönlichen Einstellungen  
(*Online-Fragebogen*)

Aufzeigen von weltweiten  
Lösungsansätzen  
und Erfolgsmodelle  
(*Literaturrecherche*)



Ableitung von 31 Trends in Logistik und Mobilität in Hessen



Validierung der Trends in Logistik und Mobilität in Hessen  
(*Zukunftsworkshop / Experteninterviews*)



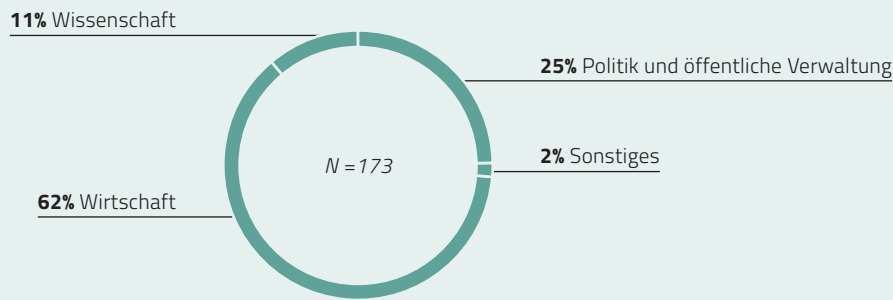
Entwicklung eines Zukunftsbilds – Logistik und Mobilität in Hessen 2035



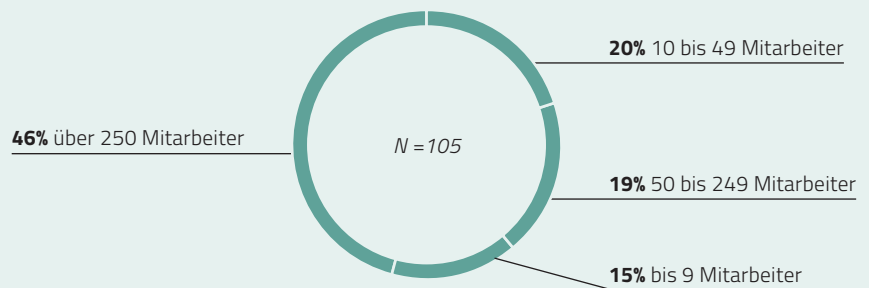
Identifizierung von 102 Handlungsempfehlungen  
(*Zukunftsworkshop / Experteninterviews*)

Die Befragung der Experten erfolgte in Form eines standardisierten Online-Fragebogens im Zeitraum von Anfang März bis Ende April 2016. Insgesamt haben 173 Experten an der Befragung teilgenommen, wobei die Wirtschaft mit 63 Prozent am stärksten repräsentiert ist. Rund 46 Prozent der teilnehmenden Unternehmen haben mehr als 250 Mitarbeiter und erwirtschaften einen Umsatz von mehr als 50 Millionen Euro. Die befragten Experten der Unternehmen kommen hauptsächlich aus dem Rhein-Main-Gebiet.

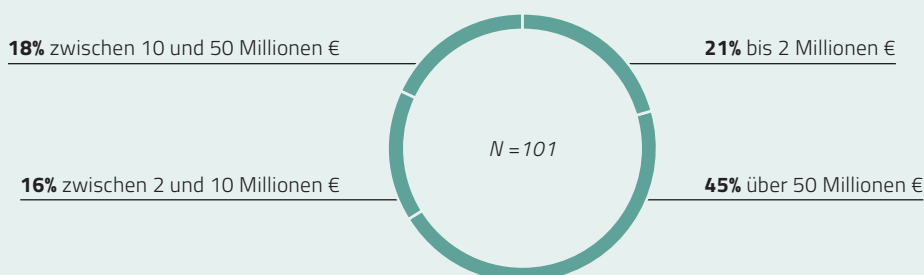
### Experten nach Akteursgruppen

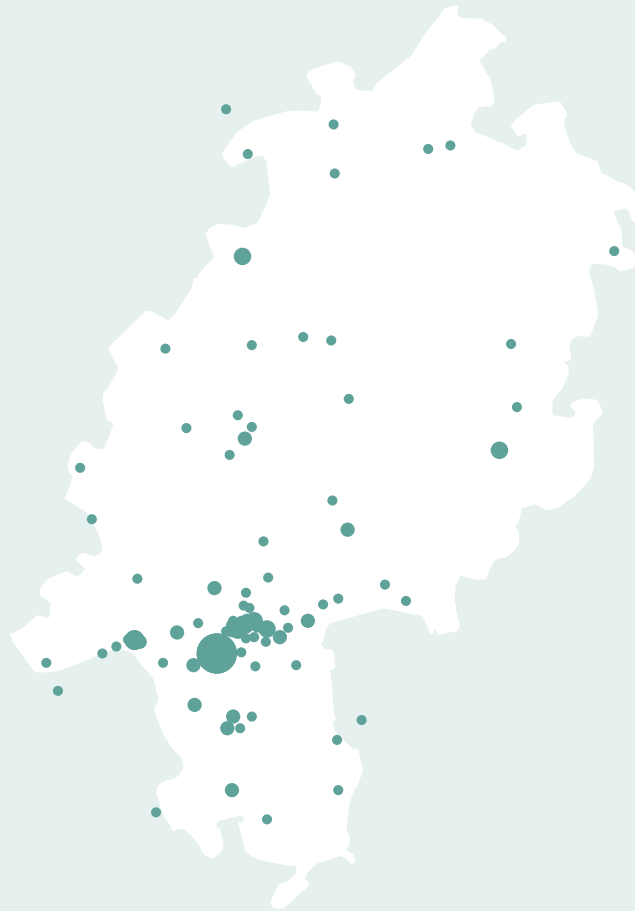


### Experten nach Unternehmensgröße



### Experten nach Unternehmensumsatz



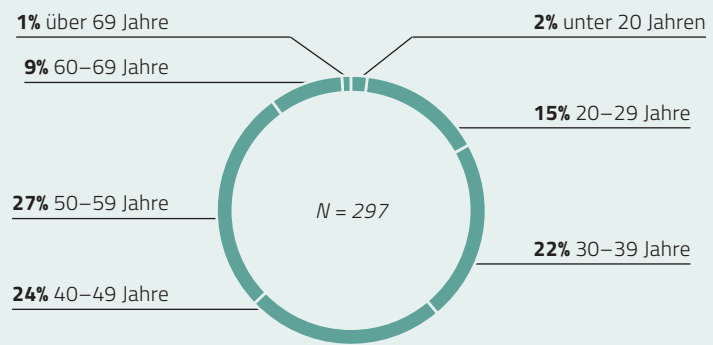


### Geographische Verteilung der befragten Experten

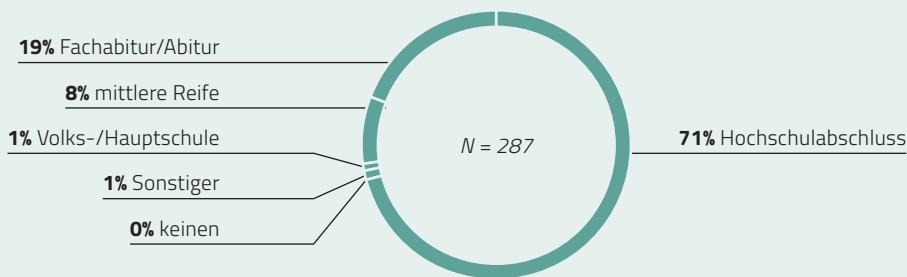
Ein maßgebliches Ziel der Studie ist die Berücksichtigung der gesellschaftlichen Meinung zur künftigen Entwicklung der Logistik und Mobilität. Die Akzeptanz und Wahrnehmung der Gesellschaft spielen eine wichtige Rolle als Indikator für tatsächlich umsetzbare Geschäftsmodelle und Innovationen. Aus diesem Grund wurde zusätzlich eine Bürger-Onlinebefragung mit 300 Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchgeführt. Das Vorgehen diente ebenfalls zur Ermittlung von Übereinstimmungen und Abweichungen von Experten- und Bürgermeinungen hinsichtlich künftiger Entwicklungen in der Logistik und Mobilität bis zum Jahr 2035. Die Befragung wurde in Kooperation mit dem Hessischen Rundfunk durchgeführt und erfolgte in Form eines standardisierten Online-Fragebogens. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich von Ende Mai bis Ende Juli 2016. Es ist zu beachten, dass die Grundgesamtheit der Teilnehmer nicht der Zielpopulation der allgemeinen Bevölkerung entspricht. Es haben überproportional Personen mit einem Hochschulabschluss sowie einem höheren Einkommen geantwortet.

Die Stichprobe weist eine relativ ausgeglichene Verteilung über die Altersklassen zwischen 20 und 59 Jahre auf. Frauen sind jedoch mit einem Anteil von 30 Prozent unterrepräsentiert, mehr als 70 Prozent der Befragten haben einen Hochschulabschluss oder streben diesen an. Darüber hinaus gaben mehr als 50 Prozent an, in der Stadt zu leben. Trotz der Über- beziehungsweise Unterrepräsentation von bestimmten Bevölkerungsgruppen liefert die Stichprobe interessante Einblicke in die Wahrnehmung von Logistik und Mobilität der Gesellschaft.

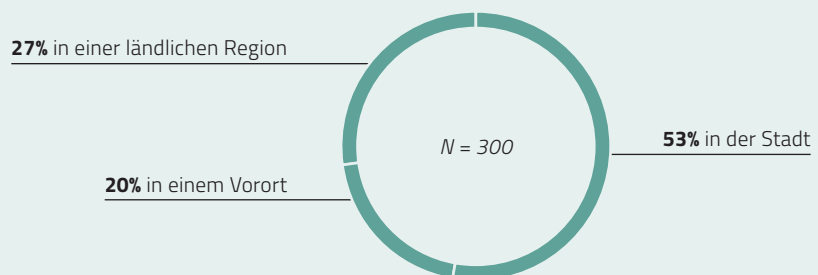
**Altersstruktur der befragten Bürger**



**Bildungsabschluss der befragten Bürger**



**Wohnort der befragten Bürger**

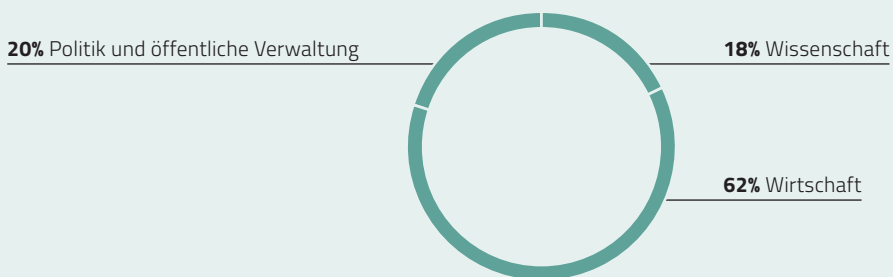




Unter Berücksichtigung der Befragungsergebnisse sowie einer Literaturrecherche zu weltweiten Lösungsansätzen und Erfolgsmodellen konnten 31 Trends innerhalb der Handlungsfelder abgeleitet werden. Die Trends beschreiben dabei die grundsätzliche Entwicklungsperspektive der Logistik und Mobilität in Hessen für die nächsten 20 Jahre.

Die wesentlichen Trends wurden im „Zukunftsworkshop Logistik und Mobilität in Hessen 2035“ am 23.06.2016 im HOLM zur Diskussion gestellt, validiert und erweitert. Darauf aufbauend wurden entsprechende Handlungsempfehlungen erarbeitet. Rund 70 Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik haben sich an sieben Einzelworkshops beteiligt und ihr Wissen eingebracht.

#### Teilnehmer am Zukunftsworkshop nach Akteursgruppen

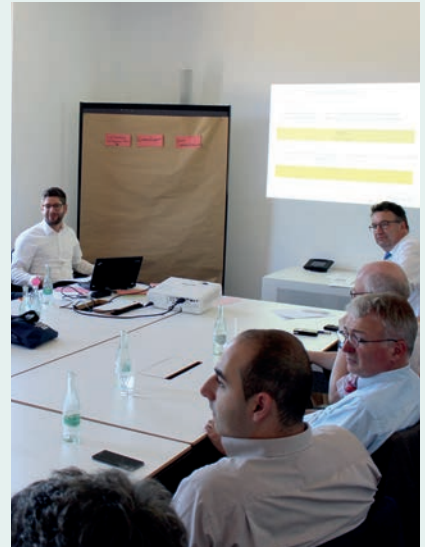


Parallel zu den Workshops wurden 18 Interviews mit ausgewählten Entscheidern aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik geführt. Ziel der Experteninterviews war es, die identifizierten Trends und Handlungsempfehlungen zu validieren sowie konkrete Anwendungsbeispiele und Best-Practice-Lösungen zu ermitteln. Hierbei kam die Methode des halbstandardisierten Leitfadenterviews zum Einsatz. Es wurden offene Fragen in verschiedenen Themenblöcke analog zu den Handlungsfeldern gestellt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Flick 2012: 203; Helfferich 2011: 36f.

Alle Ergebnisse der Datenerhebung sind in die Entwicklung eines Zukunftsbildes für Logistik und Mobilität in Hessen 2035 und in die Ableitung von 102 Handlungsempfehlungen eingeflossen.

## Impressionen vom Zukunftsworkshop



- ▲ *Entwicklung von Handlungsempfehlungen in Expertenworkshops*
- ▼ *Michael Kadow begrüßt die Teilnehmer*
- ◀ *Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen hält Impulsvortrag*
- ▶ *Vorstellung der Zwischenergebnisse*
- ▼ *Validierung von Trends in Expertenworkshops*





◀ Networking

▶ Moderatoren der sieben Themenworkshops

▼ Diskussion der Workshopergebnisse



## 2 / EIN BLICK IN DAS JAHR 2035: ENTWICKLUNGEN MIT EINFLUSS AUF LOGISTIK UND MOBILITÄT

*Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über globale Entwicklungen und Mega-Trends, die generelle Auswirkungen auf die Branchen Logistik und Mobilität in Deutschland und Hessen haben. Die Zahlen, Daten und Fakten stammen aus einer umfangreichen Literaturrecherche nationaler und internationaler Quellen. Das Kapitel zeigt den globalen Rahmen auf, in dem sich Logistik und Mobilität bewegen. Die hier gewonnenen Erkenntnisse sind die Basis für die identifizierten Handlungsfelder und den Experten- sowie den Bürgerfragebogen. Darüber hinaus sind diese Ergebnisse in das Zukunftsbild und die Entwicklung der Handlungsempfehlungen eingeflossen.*

### Das Jahr 2035

Die Regierungen handeln im Jahr 2035 im Bewusstsein, dass sich die Welt am Scheideweg befindet: Die wachsende Zahl der Menschen auf dem Planeten, die Globalisierung, die Übernutzung der Biosphäre (overshoot)<sup>1</sup>, der schärfer werdende Wettbewerb um Ressourcen und ein massiv einsetzender Klimawandel mit vielfältigen Folgen (Dürre, Überflutungen, Flüchtlingsströme) dokumentieren den Eintritt in das Zeitalter des Anthropozän: Zum ersten Mal in der Geschichte des Planeten wirken sich Art und Weise des Lebens und Wirtschaftens des Menschen so gravierend auf die Erde aus, wie es bislang nur geologische Katastrophen getan haben.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> vgl. Randers 2012

<sup>2</sup> vgl. Crutzen & Stoermer 2000;

Crutzen & Schwägerl 2011;

Monastersky 2015; Sachs 2009

Drei Megatrends prägen das Jahr 2035: Der Klimawandel, das QBit-Zeitalter, das auf die digitale Ära folgt, und der demografische Wandel.

**Megatrends mit Auswirkungen  
auf Logistik und Mobilität**



**Klimawandel:** Jahrzehntelang hatte die Menschheit mehr natürliche Ressourcen genutzt, als die Erde erneuern kann. Seit dem Ende des 20. Jahrhunderts hätte sie 1,5 Erden gebraucht, um die Ökosystemleistung bereitzustellen, die seinerzeit Jahr für Jahr aufgezehrt worden ist.<sup>1</sup>

**QBit-Zeitalter:** Als zweiter Megatrend hat sich die ultraschnelle, selbstlernende Prozessanalyse und -steuerung von intelligenten Maschinen auf Basis der Quantenmechanik etabliert. Das QBit-Zeitalter ist angebrochen und hat die Lebens- und Arbeitsweisen des Menschen umfassend und tiefgreifend verändert und das politisch-soziale System unter Reformzwang gestellt.

**Demographie:** Das starke Bevölkerungswachstum in Asien und eine alternde Gesellschaft im Westen prägen den dritten Megatrend. In Asien bildet die wachsende Mittelklasse den wesentlichen Faktor für die Nachfrage von Konsumgütern.

## 2.1 / Klimawandel

Die Bereitschaft, neue Wege zu gehen, war auch eine Folge der allgemeinen Erfahrung des Klimawandels und der damit verbundenen politischen Instabilitäten und volkswirtschaftlichen Kosten. „Auf der Basis einfacher Extrapolationen könnten die Kosten von extremem Wetter allein bis zur Mitte des Jahrhunderts 0,5 bis 1 Prozent des globalen Bruttoinlandsprodukts pro Jahr erreichen und weiter steigen, wenn sich die Welt weiter erwärmt.“<sup>2</sup>

Der Weltklimarat IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) hatte 2014 den Fünften Assessment Report vorgelegt und Zahlen zum Klimawandel präsentiert, um auf die Folgen wachsender Treibhausgasemissionen hinzuweisen<sup>3</sup>. „Our assessment finds, that the atmosphere and oceans have warmed, the amount of snow and ice has diminished, sea level has risen and the concentration of carbon dioxide has increased to a level unprecedented in at least the last 800.000 years.“<sup>4</sup>

Zwischen 1970 und 2010 ist nach Angaben des IPCC der Treibhausgasausstoß kontinuierlich angewachsen, wobei der

Zuwachs von 2000 bis 2010 – trotz einiger Gegenmaßnahmen – am stärksten ausgefallen ist. Der größte Anteil am Zuwachs für den Zeitraum von 1970 bis 2010 entfällt auf den Betrieb von Verbrennungsmotoren und auf die Industrie.<sup>5</sup>

Nach Einschätzung des Weltklimarates darf der Ausstoß von CO<sub>2</sub> zwischen 1870 und 2100 die Menge von 2900 Gigatonnen CO<sub>2</sub> nicht übersteigen, wenn die Erwärmung der Erde bis zum Jahrhundertende auf plus zwei Grad begrenzt werden soll. Zwischen 1870 und 2011 sind bereits 1900 Gigatonnen CO<sub>2</sub> emittiert worden<sup>6</sup>, was später – nicht zuletzt durch den dauerhaften Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre auf mehr als 400 ppm seit 2015 – ein Auslöser gewesen war, einen neuen Kurs in Richtung emissionsfreies Wirtschaften einzuschlagen.<sup>7</sup>

Wissenschaftler hatten damals aber vor zu großen Hoffnungen gewarnt, dass sich die Lage selbst bei schneller Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bessert.<sup>8</sup>

<sup>1</sup> 18,1 Milliarden globale Hektar, das sind pro Kopf 2,6 globale Hektar. Die Erde hat eine Kapazität von 12 Milliarden globalen Hektar, das sind pro Kopf 1,7 globale Hektar (vgl. World Wildlife Fund 2014).

<sup>2</sup> vgl. Stern 2006; New Climate Economy 2014

<sup>3</sup> Treibhausgas setzt sich zusammen aus Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, Lachgas, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, perfluorierte Kohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid. CO<sub>2</sub> hat einen Anteil von 88 % am gesamten Treibhausgasmix.

<sup>4</sup> vgl. IPCC 2014a

<sup>5</sup> vgl. IPCC 2014b

<sup>6</sup> vgl. Pachauri 2014

<sup>7</sup> vgl. Betts et al. 2016

<sup>8</sup> „In the longer term, a reduction in CO<sub>2</sub> concentration would require substantial and sustained cuts in the anthropogenic emissions to near zero. Even the lowest emissions concentration scenarios assessed in the IPCC Fifth Assessment Report project CO<sub>2</sub> concentrations to remain above 400 ppm until 2150.“ (Hervorhebung vom Verf.) (Betts et al. 2016: 4).

Die Industriestaaten folgen im Jahr 2035 überwiegend dem Entwurf der „Großen Transformation“ in eine nachhaltige Gesellschaft, wie ihn der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen schon 2014 gefordert hatte: „Das kohlenstoffbasierte Weltwirtschaftsmodell ist auch ein normativ unhaltbarer Zustand, denn es gefährdet die Stabilität des Klimasystems und damit die Existenzgrundlagen künftiger Generationen. Die Transformation zur Klimaverträglichkeit ist daher moralisch ebenso geboten wie die Abschaffung der Sklaverei und die Ächtung der Kinderarbeit.“<sup>1</sup>

Seit dem Ende der 70er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts hatten auch Philosophen immer wieder darauf hingewiesen, dass die Nutzung fossiler Energieträger und die Folgen des Klimawandels ethisch nicht vertretbar sind.<sup>2</sup> Die Weltbank hatte im Blick auf den Zusammenhang von Klimawandel und Armut entsprechende Zahlen genannt.<sup>3</sup>

2015 hatten die Regierungen der Welt die Wende bei COP21 in Paris eingeleitet<sup>4</sup>, ohne sich zunächst auf konkrete Ziele zu verpflichten. Zum Ende der G7-Konferenz auf Schloss Elmau im gleichen Jahr hatten sich die Staatschefs auf eine Dekarbonisierung der Weltwirtschaft bis zum Jahrhundertende verständigt.<sup>5</sup> „Urgent and concrete action is needed to address climate change, as set out in the IPCC’s Fifth Assessment Report ... We emphasize that deep cuts in global greenhouse gas emissions are required with a decarbonisation of the global economy over the course of the century ... We commit to doing our part to achieve a low-carbon global economy in the long-term including developing and deploying innovative technologies striving for a transformation of the energy sectors by 2050 and invite all countries to join us in this endeavour.“<sup>6</sup>

Auch die Kirchen hatten immer wieder auf die Folgen der Umweltzerstörung hingewiesen. Papst Franziskus hatte 2015 in seiner Enzyklika „Laudato Si, Über die Sorge für das gemeinsame Haus“ über das Thema Umweltzerstörung gesprochen.<sup>7</sup>

Die Dekarbonisierungskampagne war vor allem durch Akteure der Zivilgesellschaft forciert worden: Der Ausstieg aus den

Investments in fossile Energieträger hatte an renommierten Hochschulen der USA ihren Ausgangspunkt genommen und erreichte 2015 mit dem Ausstieg des Norwegischen Staatsfonds<sup>8</sup>, des Versicherers Allianz<sup>9</sup> und des Landes Berlin die ersten folgenreichen Höhepunkte. Bis heute haben sich viele institutionelle Investoren, Staaten und Städte der Kampagne angeschlossen.

<sup>1</sup> vgl. *Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2011*

<sup>2</sup> vgl. *Jonas 1979; Höhle 1994*. „Sachlich besteht daher kein Zweifel daran, dass jeder, der einen überhöhten Energiekonsum hat, mitverantwortlich sein wird für das Ertrinken von Menschen in flachen und armen Ländern, auch wenn es vielleicht nur ein Eimer Wasser ist, den er auf den Ertrinkenden schüttet.“ (Höhle 1994).

<sup>3</sup> „Typically, very poor agriculture-focused countries do not consume a lot of energy. In 2011, the 900 million persons (13 percent of the population) living in the poorest countries, emitted only 0,8 percent of global CO<sub>2</sub>.“ (Hallegatte et al. 2016). *Diese Länder wiederum tragen die Hauptlast des Klimawandels* (vgl. Legarda 2016).

<sup>4</sup> vgl. *COP21 o.J.*

<sup>5</sup> vgl. *G7 Germany 2015*

<sup>6</sup> *G7 Germany 2015*

<sup>7</sup> „Diese Schwester [die Erde, d. Verf.] schreit auf wegen des Schadens, den wir ihr aufgrund des unverantwortlichen Gebrauchs und des Missbrauchs der Güter zufügen, die Gott in sie hineingelegt hat. Wir sind in dem Gedanken aufgewachsen, dass wir ihre Eigentümer und Herrscher seien, berechtigt, sie auszuplündern. Die Gewalt des von der Sünde verletzten menschlichen Herzens wird auch in den Krankheitssymptomen deutlich, die wir im Boden, im Wasser, in der Luft und in den Lebewesen bemerken. Darum befindet sich unter den am meisten verwahrlosten und misshandelten Armen diese unsere unterdrückte und verwüstete Erde, die „seufzt und in Geburtswehen liegt.“ (Röm 8,22). *Wir vergessen, dass wir selber Erde sind* (vgl. Gen 2,7). *Unser eigener Körper ist aus den Elementen des Planeten gebildet; seine Luft ist es, die uns den Atem gibt, und sein Wasser belebt und erquickt uns.*“ (Papst Franziskus 2015)

<sup>8</sup> vgl. *Schultheis 2015a*

<sup>9</sup> vgl. *Energiezukunft 2015; Esser et al. 2015*

Der Transportsektor hatte zu Beginn des 21. Jahrhunderts weltweit einen Anteil von 23 Prozent am CO<sub>2</sub>-Gesamtausstoß. Prognostiziert worden war, dass sich die Emissionen in diesem Bereich bis 2050 verdoppeln.<sup>1</sup> Es war gelungen das Verkehrswachstum von den CO<sub>2</sub>-Emissionen zu entkoppeln.

Inzwischen gibt es weltweit mehr als 1,7 Milliarden Automobile, und die Kosten, die in den USA und der EU allein durch Staus entstehen, haben sich auf 200 Milliarden US-Dollar im Jahr summiert und vermindern die Wirtschaftsleistung der genannten Länder um 1,4 Billionen US-Dollar.<sup>2</sup>

Der Verkehrssektor hatte durch die wachsende Menge an Emissionen weltweit nicht unerheblich zum Klimawandel beigetragen. Die Auswirkungen hatten nicht nur Asien und Afrika erfasst. Auch in Europa waren die Folgen zu spüren: Die Hitzewelle 2003, eine der stärksten seit dem Jahr 1500, hatte mehr als 70.000 Menschen das Leben gekostet.<sup>3</sup> Die Temperaturen waren damals in Europa auf bis zu 47,5 Grad Celsius gestiegen, seither treten solche extremen Hitzewellen immer häufiger auf.

## 2.2 / Demographie

Die Weltbevölkerung ist heute – im Jahr 2035 – auf acht Milliarden Menschen gewachsen und wird in 15 Jahren die Marke von 9,2 Milliarden erreicht haben. Mehr denn je wachsen vor allem die Länder, die nicht Mitglieder der OECD<sup>4</sup> sind: Rund sieben der acht Milliarden Menschen leben heute vor allem in Asien. 98 Prozent des Bevölkerungswachstums hat nach Angaben der UN in Entwicklungs- und Schwellenländern stattgefunden.<sup>5</sup>

Der Anteil der Menschen, die älter als 65 Jahre sind, hat seit 2015 von acht auf heute 13 Prozent zugenommen.<sup>6</sup>

Etwas mehr als 60 Prozent der Weltbevölkerung leben inzwischen in Städten, die als wirtschaftliche und gesellschaftliche Motoren ihrer nationalen Ökonomien wirken. Der prognostizierte Zuwachs und die Zunahme der Bevölkerung in den Städ-

ten werden bis 2050 vor allem in Afrika und Asien zu beobachten sein. Das 21. Jahrhundert ist das Zeitalter der Megastädte und Metropolregionen.

Der Wandel in der Verteilung der Städte über den Globus war über die vergangenen Jahrzehnte tiefgreifend. Der Schwerpunkt der Kraftzentren der Wirtschaft – der früher vor allem im Westen lag – hat sich seit Beginn des Jahrhunderts nach Süden und Osten verlagert. Inzwischen ist jede dritte Stadt der westlichen Industrienationen, die bis ins Jahr 2007 noch zu den 600 Cities mit dem größten Bruttosozialprodukt weltweit gezählt hatten, aus dem globalen Ranking gefallen. Umgekehrt sind 136 Städte aus Entwicklungsländern neu in die Top 600 aufgerückt, unter ihnen allein 100 Städte in China.<sup>7</sup>

Der Welthandel ist nach dem Ende des 2. Weltkrieges dramatisch gewachsen – und wird weiter zunehmen: „Zwischen 1948 und 2000 nahm der Warenhandel real jährlich im Durchschnitt um 6,1 Prozent zu und weitete sich damit schneller aus als die Produktion (3,9 Prozent p.a.).“<sup>8</sup> Die Weltökonomie wird ihr Volumen in 15 Jahren vermutlich vervierfacht haben im Vergleich zum Jahrhundertbeginn.<sup>9</sup>

<sup>1</sup> vgl. Creutzig et al. 2015

<sup>2</sup> vgl. World Economic Forum 2014: 4

<sup>3</sup> vgl. Robine et al. 2008; Robine et al. 2007; Christides et al. 2014; Fischer et al. 2010; Stott et al. 2004; D'Ipolti et al. 2010; Beniston et al. 2004; Stone et al 2015

<sup>4</sup> Der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) gehören 35 Staaten an, unter ihnen die USA, Großbritannien, die Staaten der Europäischen Union und Australien und Neuseeland.

<sup>5</sup> vgl. World Business Council on sustainable Development 2010

<sup>6</sup> vgl. KPMG 2014

<sup>7</sup> vgl. McKinsey Global Institute 2011

<sup>8</sup> Deutscher Bundestag 2002

<sup>9</sup> vgl. OECD 2012



Zugleich nimmt der Abstand zwischen den größten Ökonomien der Welt – China, Indien und den USA – und den übrigen Volkswirtschaften zu und hat sich seit Beginn des Jahrhunderts stetig vergrößert.<sup>1</sup> 2014 hatte den Wendepunkt markiert, als die E7 (China, Indien, Brasilien, Russland, Indonesien, Mexiko und die Türkei) die G7 (USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien und Kanada) gemessen am Bruttosozialprodukt überholt hatten.<sup>2</sup>

Das International Transport Forum (ITF), der Think Tank der OECD für Verkehr, hatte schon Anfang 2015 prognostiziert, dass sich das Muster des internationalen Handels verändern wird. Während sich bis 2050 der Frachttransport der OECD-Staaten verdoppeln wird, verzeichnen Nicht-OECD-Staaten eine Versechsfachung des Gütertransports. Die Entwicklung hat als gravierendste Folge die Routen des Welthandels verändert: Der Anteil des so genannten South-to-South-Trade am Welthandel hat sich seit den 10er-Jahren des 21. Jahrhunderts bis heute etwas mehr als verdoppelt (von 13 auf 27 Prozent), während sich der klassische North-to-North-Trade in dieser Zeit von 51 auf 30 Prozent vermindert hat.<sup>3</sup> Der ITF hatte eine ähnliche Prognose vorgelegt. „The North-Pacific route will surpass the North Atlantic as the world’s most busy trading corridor in terms of freight volume (in tonne-km), growing 100 percentage faster than the North Atlantic. The Indian Ocean will see large growth, with freight volume quadrupling.“<sup>4</sup>

Mit steigenden Einkommen ist die Mittelschicht weltweit von 1,7 Milliarden Menschen zum Jahrhundertbeginn auf heute (2035) 3,6 Milliarden Menschen angewachsen.<sup>5</sup> 80 Prozent der Mittelklasse weltweit leben in Staaten, die damals als Entwicklungsländer bezeichnet worden sind und in denen 440 der am schnellsten wachsenden Städte liegen.

Fast die Hälfte des globalen Wachstums wird in diesen Städten erwirtschaftet.<sup>6</sup> Die Global Middle Class (GMC) ist mehr denn je die entscheidende Kraft für die Nachfrage nach Konsumgütern. Zur GMC zählen Beschäftigte, die pro Tag zwischen zwei und 20 US-Dollar für Konsumgüter ausgeben.<sup>7</sup> Allein in China, Indien, Russland, Brasilien, Mexiko, Argentinien, Indonesien, der

Türkei und Südafrika ist die GMC von 740 Millionen Menschen (2009) auf 1,3 Milliarden Menschen angewachsen. Bis 2050 steigt der Anteil der GMC in diesen Ländern – bezogen auf die weltweite Mittelklasse in allen Länder – auf dann 60 Prozent.<sup>8</sup>

Mit dem globalen Bevölkerungswachstum stehen dem Arbeitsmarkt immer mehr Personen zur Verfügung. Während in Europa die Zahl der Menschen im arbeitsfähigen Alter um rund 75 Millionen sinkt<sup>9</sup>, hat sich die Zahl dieser Gruppe vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern um 1,5 Milliarden erhöht.<sup>10</sup>

Die Entwicklung hat auch die Gewichte zwischen den vier größten Ökonomien der EU – Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Italien – und der Weltökonomie verschoben. Der Anteil dieser Vier am Bruttoinlandsprodukt der G20 nimmt seit den 20er-Jahren des 21. Jahrhunderts stetig ab und wird 2050 bei nur noch zehn Prozent liegen (2009: 24 Prozent).<sup>11</sup>

<sup>1</sup> vgl. *PricewaterhouseCoopers 2015*

<sup>2</sup> vgl. *PricewaterhouseCoopers 2015*

<sup>3</sup> vgl. *PricewaterhouseCoopers 2015: 8*

<sup>4</sup> *International Transport Forum 2015*

<sup>5</sup> vgl. *World Business Council on sustainable Development 2010: 18*

<sup>6</sup> vgl. *KPMG 2014*

<sup>7</sup> vgl. *Asian Development Bank 2010: 5*

<sup>8</sup> vgl. *Dadush & Ali 2010: 7*

<sup>9</sup> Die Autoren von *Carnegie Endowment for International Peace, Policy Outlook*, gehen von 110 Millionen Menschen weniger aus, die Autoren von *McKinsey Global Institute, A Window of Opportunity for Europe, 2015*, gehen von 42 Millionen Arbeitskräften weniger aus.

<sup>10</sup> vgl. *Dadush & Stancil 2010: 3*

<sup>11</sup> „The next forty years will be a critical period for the European Union (EU) and its 27 members. Germany, the UK, France, and Italy – currently the fourth through seventh largest economies in the world – are expected to grow by only 1.5 percent annually from now until 2050. These four countries’ share of G20 GDP is will shrink from 24 percent in 2009 to 10 percent in 2050.“ (Hervorhebung d. Verf.) (*Dadush & Stancil 2010: 3*).

Die schon früh prognostizierte Entwicklung hatte die Zeit seit 2010 in zwei Phasen gegliedert: „Das turbulente Jahrzehnt“ (2010 – 2020) und die „Übergangszeit“ (2020 – 2050), in der wir uns aktuell befinden.<sup>1</sup>

Im Zuge dieses Wandels haben heute Länder ihren Platz im Welthandel eingenommen, die zu Beginn des Jahrhunderts ökonomisch kaum eine Rolle gespielt haben. Neben den Big Five sind sogenannte New Emergers dazugekommen, Staaten wie Kolumbien, Peru und Nigeria. Die Verlierer seien die Ökonomien mit vergleichsweise geringer und alternder Bevölkerung in Europa, ist damals prognostiziert worden. Solche Änderungen seien zwar bemerkenswert, aber nicht unnatürlich.<sup>2</sup>

### 2.3 / Digitale Transformation: Der Beginn des Qbit-Zeitalters und der künstlichen Intelligenz

Das Internet ist Teil unseres Lebens geworden wie die Elektrizität im 20. Jahrhundert – weniger sichtbar, aber tiefer und umfassender eingebettet in das Leben und Arbeiten.<sup>3</sup> Lebens- und Produktionsweise werden zunehmend durch Quantum-Computing („Qbit-Zeitalter“)<sup>4</sup> geprägt. Ausmaß und Tempo des tiefgreifenden Wandels sind auch im Vergleich zum Zeitalter der Digitalisierung ohne Beispiel in der Menschheitsgeschichte.

Das Zeitalter der Digitalisierung ruhte auf der Basis der klassischen Physik und Informatik. Quantum-Computing funktioniert auf Basis quantenmechanischer Zustände, die über die Regeln der klassischen Physik hinausgehen.

Heute, im Jahr 2035, setzen Staaten und global agierende Konzerne Quanten-Computer für die intelligent-autonome Steuerung hochkomplexer Prozesse ein. Mitte der 10er-Jahre war das Qbit-Zeitalter mit der Inbetriebnahme des D-Wave 2X durch Google in Kooperation mit der NASA eingeläutet worden. Beim Testlauf eines Optimierungsproblems mit 1000 Variablen hatte der D-Wave im Vergleich zu Prozessoren der digitalen Ära eine um den Faktor 100 Million schnellere Rechenleistung

gezeigt: Wofür ein Rechner der digitalen Ära rund 10.000 Jahre gebraucht hätte, löste der D-Wave in wenigen Sekunden.<sup>5</sup>

Der Einsatz der Quanten-Computer ermöglicht heute die Entwicklung neuer Medikamente in kürzester Zeit, die Analyse zehntausender Exoplaneten, eine sichere Kommunikation, eine bisher nicht gekannte Qualität in Prognose und Steuerung des Verkehrs und den Aufbau von komplexen, hoch vernetzten Smart Cities. Die Leistungsfähigkeit des „adiabatischen Quantencomputers“<sup>6</sup> wird heute für die Aufarbeitung unstrukturierter Datenbestände und für die Klassifizierung von Bildern und Videos genutzt. Vor allem hat die Technologie die Basis für selbstlernende, intelligente Maschinen gelegt, wie sie vor 20 oder 30 Jahren unvorstellbar gewesen sind. Damals haben neben dem kanadischen Start-up D-Wave auch Konzerne wie Microsoft, IBM, Google und Alcatel-Lucent begonnen, eigene Quanten-Computer zu entwickeln.

Zeitgleich hatte die EU ein Arbeitsdokument unter dem Titel „Quantum Technologies“<sup>7</sup> veröffentlicht und nach einer Konferenz in Amsterdam Mitte Mai 2016<sup>8</sup> das „Quantum Manifesto – A new era of Technology“ verabschiedet.<sup>9</sup> „These Machines (quantum machines) are very real, highly useful and will likely change our world.“<sup>10</sup>

<sup>1</sup> vgl. World Business Council for Sustainable Development 2010

<sup>2</sup> Ward 2012

<sup>3</sup> vgl. Anderson & Rainie 2014

<sup>4</sup> Quantenrechner arbeiten nicht mehr auf Basis der klassischen Physik und 0- und 1-Zuständen des digitalen Zeitalters. In der Quantenmechanik können Zustände von 0 oder 1 und 0 und 1 zur gleichen Zeit bestehen (vgl. Anthony 2016).

<sup>5</sup> vgl. Navarro 2015

<sup>6</sup> vgl. Simonite & Stieler 2015

<sup>7</sup> vgl. European Commission 2016

<sup>8</sup> vgl. Quantum Europe 2016

<sup>9</sup> vgl. Quantum Manifesto 2016; Gibney 2016

<sup>10</sup> vgl. Quantum Europe 2016: 1

Das Qbit-Zeitalter auf Basis der Quantenmechanik entfaltet die Möglichkeiten, die das Internet of Things (IoT) bietet: Die Verknüpfung aller Apparate und Sensoren über das weltweite Netz. Das Digitale Universum hatte schon zum Ende der 10er-Jahre etwa so viele Bits enthalten wie das Universum Sterne hat. Bald nach Jahrhundertbeginn war die Menge an Informationen, ausgedrückt in Bytes, auf 2.5 Trillionen Gigabyte ( $2,5 \text{ mal } 10^9$ ) rapide angewachsen, wobei die Datenexplosion im Jahr 2013 begonnen hatte. 90 Prozent der genannten Datenmenge waren zwischen 2013 und 2015 erzeugt worden. Seither hatte sich die Datenmenge alle zwei Jahre verdoppelt. 2020 lag die Datenmenge bereits jenseits der 44 Zettabyte ( $44 \text{ mal } 10^{21} \text{ byte}$ ).<sup>1,2</sup>

Der Informations- und Kommunikationssektor hatte Anfang des Jahrhunderts zehn Prozent der gesamten Stromproduktion beansprucht. Das war 50 Prozent mehr Energie, als im weltweiten Luftverkehr genutzt worden ist. Heute wird in diesem Sektor doppelt so viel Energie verbraucht wie im weltweiten Luftverkehr.<sup>3</sup>

Die Kommunikation der Maschinen untereinander, etwa durch den Datenaustausch und durch Entwicklungen auf dem Pfad hin zur Industrie 4.0, hat das pervasive beziehungsweise ubiquitäre Computing, die Allgegenwärtigkeit von Informationsverarbeitung, der Zugriff auf Daten zu jeder Zeit von beliebiger Stelle aus<sup>4</sup>, zum Alltag gemacht. Die Verbindung moderner Wearables mit der Rechenleistung und dem Datenmanagement der Quantencomputer, von der D-Wave CEO Vern Brownell schon in der Mitte der 10er-Jahre gesprochen hatte, hat das pervasive Internet für alle weltweit möglich gemacht. Wir stehen am Beginn einer kommunikativen Weltgemeinschaft, in der Distanz und Sprache keine Hürden mehr sind.

Gesellschaft, Politik und Wirtschaft führen 2035 eine intensive Debatte über die Risiken der Künstlichen Intelligenz (KI), wie sie auf Basis der Quanten-Computer entwickelt wird.<sup>5</sup> Kriegerroboter waren die ersten Maschinen, die weitgehend autonom ihre Einsätze absolviert hatten.<sup>6</sup> Im Mittelpunkt steht heute die Frage, ob und wann die Singularität eintritt, sich intelligente,

selbstlernende Maschinen autonom weiterentwickeln und der Mensch zum Zuschauer einer technologischen Entwicklung wird, die er selbst eingeleitet hat.

Über die Folgen der Digitalisierung für den Arbeitsmarkt ist in den 10er-Jahren kontrovers diskutiert worden. „IT-Berufe und Lehrende Berufe profitieren, Berufe des Verarbeitenden Gewerbes und hier vor allem die Maschinen und Anlagen steuernden und wartenden Berufe sind dagegen vom Personalabbau am stärksten betroffen. Die Nachfrage nach höher Qualifizierten nimmt zu Lasten von Personen mit Berufsabschluss sowie ohne abgeschlossene Berufsausbildung zu.“<sup>7</sup>

<sup>1</sup> vgl. Sakhuja 2015

<sup>2</sup> 1 Zettabyte sind 1000 Exabyte. Bereits 1 Exabyte fasst 100.000mal die gesamte Information, die in der Library of Congress in Washington gespeichert ist.

<sup>3</sup> vgl. Mills 2013

<sup>4</sup> vgl. Mattern o.J.

<sup>5</sup> vgl. Kreye 2016

*Jaan Tallinn: „Derzeit denkt niemand darüber nach, wie man künstliche Intelligenz dauerhaft kontrolliert, wenn sie erst einmal angefangen hat, selbständig zu lernen. Es gibt eine ganz einfache Methode, mathematisch zu beweisen, dass man in dem Moment die Kontrolle über KI verliert, in dem sie die kausale Struktur ihres Kontrollmechanismus gelernt hat. Wir arbeiten nun daran, wie man Maschinenlernen so anlegt, dass es dem System egal ist, ob es an- oder ausgeschaltet wird...*

*KI schert sich nicht ums Überleben. Sie ist aber darauf angelegt, um jeden Preis das auszuführen, wofür sie programmiert wurde. Was auch immer das Ziel ist. Sobald sie realisiert, dass ihr Ziel im abgeschalteten Zustand nicht zu erreichen ist, wird sie Wege finden, die ein Ausschalten unmöglich machen...*

*Je leistungsfähiger KI-Systeme werden, desto komplexere Rückschlüsse können sie ziehen, was in der Welt um sie herum vor sich geht. Es ist daher durchaus plausibel, dass so ein System herausfindet, dass es auch physisch überleben muss, um zu garantieren, dass es sein Ziel erreicht“ (Kreye 2016)*

<sup>6</sup> vgl. Rubner 2016

<sup>7</sup> vgl. Weber & Zika 2015

Andere Experten hatten prognostiziert, dass bis Ende der 20er-Jahre bis zu 390.000 neue Arbeitsplätze entstehen würden, manche sprachen gar von Vollbeschäftigung.<sup>1,2</sup> Kritiker wiederum hatten vor einem massiven Arbeitsplatzabbau gewarnt<sup>3</sup> und vom „größten Problem“ gesprochen. „Menschen mit normalen Jobs in Fabriken oder etwa in der Dienstleistungsbranche werden durch Maschinen ersetzt ... Wir müssen uns eine Gesellschaft vorstellen, in der es weniger Arbeitsplätze gibt. Wir werden sehen, dass das Bruttoinlandsprodukt weiter steigen wird, aber damit wird anders als früher keine steigende Beschäftigung einhergehen.“<sup>4</sup>

Der Bergbaukonzern Rio Tinto<sup>5</sup> war eines der ersten Unternehmen der Welt, das Ende der 10er-Jahre die gesamte Wertschöpfungskette volldigitalisiert und automatisiert hatte und deshalb Arbeitsplätze reduzieren konnte: Der Betrieb der Bagger, der Transporter, der Züge und der Verladeeinrichtungen in den Häfen lief vollautomatisiert, gesteuert von der Kommandozentrale in Perth und von einem Rechenzentrum in Indien. China hatte zur gleichen Zeit begonnen, einen dreistelligen Milliardenbetrag in die Robotik zu investieren, um einerseits die Lücke zu schließen, die wegen fehlender Arbeitskräfte entstanden war, andererseits die Wettbewerbsfähigkeit angesichts steigender Löhne zu wahren. Vorreiter der Entwicklung waren der Online-Händler Alibaba und der Elektronikkonzern Foxconn.<sup>6</sup> In Deutschland hatte der Sportartikelhersteller Adidas in dieser Zeit begonnen, zwei Speedfactories in Betrieb zu nehmen, die jährlich jeweils eine halbe Million Sportschuhe im 3D-Druckverfahren produzierten.<sup>7</sup> Mit dem teilweisen Abbau der Beschäftigung in den Unternehmen stieg die Produktivität und damit die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens – was die Experten prognostiziert hatten.

## 2.4 / Deutschland 2035

Deutschland hat seine ökonomisch starke Position in einem Europa, dessen Rolle im Welthandel schwächer wird, nicht völlig behaupten können, profitiert aber noch immer vom hohen Anteil am Kraftfahrzeug- und Maschinenexport. Der Außenbeitrag zum weiter gestiegenen Bruttoinlandsprodukt

ist höher im Vergleich zum Jahrhundertbeginn. Fast 70 Prozent des Zuwachses werden durch den Export erzielt.

Die Reihenfolge der wichtigsten Exportgüter hat sich nur marginal verändert: Kraftwagen und Maschinen bleiben die wichtigsten Exportgüter, gefolgt von chemischen Produkten, Computer/Elektronik und Nahrungsmitteln. 2014 hatte der Wert der Ausfuhren 1.124 Milliarden Euro betragen, der Wert der Einfuhren 910 Milliarden Euro.<sup>8</sup> Der Wert der Ausfuhren liegt heute (2035) bei bald 2.500 Milliarden Euro, der Wert der Einfuhren bei knapp 2000 Milliarden.

Der Verkehr hat seit dem Jahrtausendwechsel weiter zugenommen: Die Zahl der Fahrten in Deutschland ist von knapp 102 auf etwas mehr als 103 Milliarden Fahrten angestiegen. Stärker gewachsen ist die Verkehrsleistung: von knapp 1200 Milliarden Personenkilometer auf heute (2035) fast 1400 Milliarden Personenkilometer.<sup>9</sup>

Der Eisenbahnverkehr hat auf mehr als 2,6 Milliarden Fahrten zugelegt, der Luftverkehr verzeichnet das stärkste Wachstum aller Verkehrsträger. Zwischen 1990 und 2014 war der Sektor in Europa bereits um 80 Prozent gewachsen, seither hat der Flugverkehr um weitere 50 Prozent zugenommen.<sup>10</sup> Das Wachstum in diesem Sektor – einem der größten im Vergleich zu

<sup>1</sup> vgl. *Boston Consulting Group 2015; Roland Berger Strategy Consultants & Bundesverband der Deutschen Industrie 2015*

<sup>2</sup> vgl. *Janszky 2016*

<sup>3</sup> vgl. *Frey & Osborne 2013*

<sup>4</sup> vgl. *Schoendorf 2015*

<sup>5</sup> vgl. *Schultheis 2015b*

<sup>6</sup> vgl. *Huifeng 2015a; Huifeng 2015b; Huifeng 2015c; Huifeng 2015d; Zuo 2016*

<sup>7</sup> vgl. *Vetter 2016; Meyer 2016*

<sup>8</sup> vgl. *Statistisches Bundesamt 2016a*

<sup>9</sup> vgl. *BVU et al. 2014*

<sup>10</sup> vgl. *European Environmental Agency et al. 2016*

anderen Verkehrsträgern – erhöht die Belastungen für Mensch und Umwelt. Bis heute sind die CO<sub>2</sub>- und die NO<sub>x</sub>-Emissionen (Basisjahr 2014) um 45 Prozent und um 43 Prozent gestiegen. Die Zahl der Menschen, die an den 45 großen europäischen Airports Fluglärm ausgesetzt sind, hat sich im angegebenen Zeitraum um 15 Prozent erhöht.<sup>1</sup>

Die demographische und ökonomische Entwicklung und der räumlich unterschiedlich stark gewachsene Verkehr hatten dazu geführt, dass „in großen Teilen Süd- und Südwestdeutschlands, etwa entlang des Rheins von Köln bis Basel und in der Linie Frankfurt am Main-Stuttgart-München sowie in Norddeutschland, etwa in der Linie Münster – Hamburg“ das Verkehrsaufkommens deutlich gewachsen war.<sup>2</sup>

Gravierender hat sich das Wachstum im Güterverkehr in Deutschland ausgewirkt: Im Vergleich zu 2010 ist das Transportaufkommen um fast 20 und die Transportleistung um fast 40 Prozent gewachsen. Das Transportaufkommen im Straßengüterverkehr ist von 3,1 Milliarden Tonnen auf mehr als 3,8 Milliarden Tonnen gewachsen, was einem Plus von mehr als 18 Prozent entspricht. Die Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr hat von 437 Milliarden Tonnenkilometer auf mehr als 610 Milliarden Tonnenkilometer (plus 40 Prozent) zugenommen.

Auch auf der Schiene ist das Transportaufkommen mit plus 24 Prozent und die Verkehrsleistung mit plus 43 Prozent gewachsen. Ebenfalls hat sich das Transportaufkommen in der Binnenschifffahrt erhöht – von 230 Millionen Tonnen auf fast 280 Millionen Tonnen.

Deutschland lag 2014 in der Liste der CO<sub>2</sub>-Emittenten weltweit auf Platz 22 mit einem Anteil von 2,23 Prozent am Ausstoß von Kohlendioxid (Anteil an der Weltbevölkerung: 1,16 Prozent, Anteil am Weltbruttosozialprodukt: 3,44 Prozent).<sup>3</sup> Der unverminderte Anstieg von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in Deutschland nach 2020, bedingt vor allem durch die wachsenden Güterverkehrsströme auf der Straße, hat dazu geführt, dass die Elektrifizierung wichtiger transeuropäischer Autobahnen und die Einführung von Power-to-Liquid-Prozes-

sen (PtL), also die Produktion von strombasierten Kraftstoffen, stärker gefördert und durch stärkere Regulierung des Straßengüterverkehrs weiter unterstützt wird. „Ein treibhausgasneutraler Verkehrssektor ist bis zum Jahr 2050 realisierbar“,<sup>4</sup> hatte das Umweltbundesamt (UBA) 2013 festgestellt. Neben den klassischen Instrumenten Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und Effizienzsteigerung hatte das UBA schon damals den Einsatz von CO<sub>2</sub>-freien Kraftstoffen empfohlen. Heute liegt der Anteil stromerzeugter Kraftstoffe an allen Kraftstoffsorten bei 40 Prozent und soll in 15 Jahren bei 80 Prozent liegen. Die Kraftstoffe werden mit der PtL-Technik erzeugt.

## 2.5 / Hessen 2035

Verkehr: Hessen als nationale und europäische Verkehrsdreh-scheibe ist an der Belastungsgrenze seiner Infrastruktur angelangt: Das gesamte Güterverkehrsaufkommen hat sich seit Jahrhundertbeginn um fast 40 Prozent erhöht, inzwischen werden fast 700 Millionen Tonnen Güter durch das Bundesland transportiert (Durchgangsverkehr und Quell- und Zielverkehre).<sup>5</sup> Wie seinerzeit prognostiziert, hat sich der Transit durch Hessen zur „dynamischsten Relation auf europäischen Verbindungen“ entwickelt. Gravierend hat sich die Tatsache ausgewirkt, das seit einigen Jahren fast 50 Prozent „des europäischen Transitverkehrsaufkommens durch Hessen auf der Straße befördert werden.“

Das Bundesland ist im Verhältnis zum Gesamtverkehrsaufkommen gut zwei Mal so stark wie der bundesdeutsche Durchschnitt vom europäischen Transitverkehr geprägt. Jährlich messen wir mehr als 36 Millionen Lkw-Fahrten in Hessen.

<sup>1</sup> vgl. *European Environmental Agency et al. 2016*

<sup>2</sup> *BVU et al. 2014*

<sup>3</sup> vgl. *Bruck et al. 2014*

<sup>4</sup> *Umweltbundesamt 2013: 13*

<sup>5</sup> *ivm GmbH 2010: 34*

Die Versorgungs- und Absatzentwicklung des verarbeitenden Gewerbes sowohl für den in- wie für den ausländischen Absatz und die weiter gewachsene Verflechtung der Volkswirtschaften haben das Güterverkehrsaufkommen steigen lassen. „Stärkere Verflechtungen – über zum Teil sehr weite Räume hinweg – bedingen nicht zwangsweise eine Zunahme des Transportaufkommens, führen aber zu einer Ausdehnung der Transportleistung.“<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *ivm GmbH 2010: 34*

Klimawandel: Die Klimawandel wird auch in Hessen immer spürbarer und war im Klimaschutzkonzept Hessen 2012 auch so benannt worden.<sup>2</sup> Zum Ende der 10er-Jahre hatte Hessen im Bundesländervergleich „Erneuerbare Energien“ einen Platz im Mittelfeld beziehungsweise am Ende des Feldes belegt. „Die Politik zur Nutzung von Erneuerbaren Energien im Allgemeinen hat sich aus Sicht der Verbände im Vergleich zu anderen Ländern verschlechtert und liegt auf dem drittletzten Platz... Die Anstrengungen zum technologischen Wandel sind in Hessen relativ gering ausgeprägt.“<sup>3</sup>

<sup>2</sup> *„Der Klimawandel ist in Hessen bereits beobachtbar.“ (Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz 2007).*

<sup>3</sup> *Agentur für Erneuerbare Energien 2014*

Die damals prognostizierten Temperaturänderungen zum Ende des „Turbulenten Jahrzehnts“ (siehe oben) hatten die Politik ermutigt, entschlossener zu handeln: Danach wird sich bis zum Jahrhundertende die Zahl der Eistage in Hessen auf drei reduzieren (1961/70: 14), die der Frosttage auf 27 vermindern (1961/70: 63), die der Sommertage (maximale Temperaturen jenseits der 25 Grad) sich fast verdoppeln und die Zahl der heißen Tage (maximale Temperaturen jenseits der 30 Grad) beinahe verdreifachen.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> *vgl. Schönwiese 2008*

Mit dem Klimaschutzplan 2025 hat die Landesregierung 2015 auf den Klimawandel reagiert. Der Plan zeigte den Weg auf, wie die Treibhausgasemissionen in Hessen bis 2050 um 90 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 1990 vermindert werden können.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> *vgl. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2016*

Die Stadt Frankfurt hatte mit dem Masterplan 100 % Klimaschutz<sup>6</sup> (siehe unten) und die Region FrankfurtRheinMain mit dem Regionalen Energiekonzept<sup>7</sup> zuvor Konzepte mit dem gleichen Ziel entwickelt. Heute zeigen die Konzepte, die ein paar Jahre später aufeinander abgestimmt worden sind, erste Erfolge, wenngleich die Ziele nicht ganz erreicht worden sind.

<sup>6</sup> *vgl. Fraunhofer IBP 2015*

<sup>7</sup> *vgl. Stadt Frankfurt am Main & Regionalverband FrankfurtRheinMain 2014*

Demographie: Die Zahl der Menschen in Hessen hat seit dem Jahrhundertbeginn abgenommen, und die Veränderungen sind spürbar: Vor fünf Jahren hatte der Rückgang im Durchschnitt 2,5 Prozent betragen. Der Durchschnittswert verstellt allerdings den Blick auf den dramatischen Wandel gerade in Nordhessen: In Landkreisen wie Hersfeld-Rotenburg und dem Werra-Meißner-Kreis lebten im Vergleich zu 2009 zwischen 16 und 20 Prozent weniger Menschen, während Städte wie Frankfurt, Darmstadt, Offenbach und Wiesbaden im Süden des Landes im gleichen Zeitraum zwischen 3,3 und 6,5 Prozent gewachsen waren.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> *vgl. HA Hessen Agentur 2010: 9*

Fünf Jahre später (2035) bestätigt sich der prognostizierte Trend: In den nächsten 15 Jahren nimmt die Zahl der Menschen im Bundesland im Vergleich zum Basisjahr 2009 noch stärker ab – um fast neun Prozent im Schnitt und zwischen 30 und 40 Prozent in manchen nordhessischen Landkreisen.

Der gravierende Wandel und der damit verbundene Mangel an Arbeitskräften verstärken das wirtschaftliche Leistungsgefälle zwischen Nord und Süd, das Hessen seit der Gründung im September 1945 begleitet. 2011 waren bereits 70 Prozent der hessischen Wirtschaftsleistung im Regierungsbezirk Darmstadt erbracht worden, 16 Prozent entfielen auf den Regierungsbezirk Kassel, 13 Prozent auf den Regierungsbezirk Gießen (Kernbereich der Metropolregion FrankfurtRheinMain).<sup>1</sup> Inzwischen erwirtschaftet der südliche Regierungsbezirk mehr als 80 Prozent der gesamten Wirtschaftsleistung des Landes – Tendenz steigend. Der Wandel war vor allem durch die Bedeutung des Dienstleistungsbereichs begünstigt worden. Zu Beginn des Jahrhunderts waren drei Viertel der Bruttowertschöpfung in diesem Sektor erbracht worden.

<sup>1</sup> vgl. Donhauser 2011: 271f.

Frankfurt hat unter allen Städten Hessens damals wie heute eine herausragende Rolle als Schnittstelle im internationalen Netzwerk. Der Grad der globalen Konnektivität liegt im Vergleich zu London (Konnektivität = 1) bei 0,5 und erreicht damit vor Berlin (0,39), Hamburg (0,37) und München (0,35) den besten Platz im Vergleich aller deutschen Städte.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> vgl. Hoyler 2011

Die Veränderungen im internationalen Handel – die Pazifikstrecke zwischen Amerika und Asien hat die Atlantikstrecke zwischen Amerika und Europa als wichtigste Route abgelöst – haben sich auch auf den Außenhandel in Hessen ausgewirkt. 2013 waren die wichtigsten Handelspartner Hessens in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die USA, China, die Niederlande, Frankreich, Italien und die Schweiz.<sup>3</sup> Heute ist die VR China mit Abstand die Nr. 1 im hessischen Außenhandel. Die EU-Mitgliedsstaaten als Handelspartner sind für den hessischen Außenhandel zwar noch von Bedeutung, spielen aber nicht mehr die alte herausragende Rolle.

<sup>3</sup> vgl. HA Hessen Agentur 2015: 17

Bestätigt hat sich im Rückblick die Prognose, dass sich die Metropolregion FrankfurtRheinMain als Zentrum Hessens nicht aus „dem nationalen Produktions- und Distributionssystem der Bundesrepublik Deutschland heraus“ löst. Vielmehr besteht ein wechselseitiges Abhängigkeitsverhältnis. „Die Rhein-Main-Region fungiert als Gateway für den Internationalisierungsprozess der Bundesrepublik Deutschland, das heißt sie ist die Drehscheibe zwischen den verschiedenen Regionalwirtschaften der Bundesrepublik Deutschland und der übrigen Welt ... Die Region nimmt jedoch nationale Funktionen im Bereich der Dienstleistungen, vor allem in den vier oben skizzierten Dienstleistungsbereichen (Finanzwesen, Handel und Marketing, Verkehr und Logistik,

<sup>1</sup> Dybe 2002: 302

Bildung, Messe- und Kongresswesen) wahr.“<sup>1</sup>Die Metropolregion profitiert mehr denn je davon, dass sie ein „Zugangstor zu einem großen nationalen Markt darstellt“. In den Wirtschaftsbereichen, in denen für internationale Unternehmen zur Erschließung des deutschen Marktes eine Vor-Ort-Präsenz in den Bundesrepublik erforderlich ist – dies ist in der Mehrzahl der Branchen der Fall –, ist es häufig die Metropolregion FrankfurtRheinMain, von der aus die Erschließung des bundesdeutschen Marktes organisiert wird. „Ohne den Internationalisierungsdruck auf die gesamte Wirtschaft der Bundesrepublik würde sich die Drehscheibe Rhein-Main nicht so schnell drehen und nicht als Einfallstor zum deutschen Markt fungieren können.“

2010 hatte der Verkehr in Frankfurt den Ausstoß von 1,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> verursacht, knapp zwei Drittel entfielen auf den motorisierten Individualverkehr (MIV), 25 Prozent auf leichte Nutzfahrzeuge und Lkw und 11,6 Prozent auf den ÖPNV. Der innerstädtische Verkehr verursachte rund ein Fünftel der Emissionen, auf Quell- und Zielverkehr entfielen damals 51 Prozent und auf den Durchgangsverkehr 28 Prozent. Die Autoren des Masterplans hatten aus den erhobenen Zahlen den Schluss gezogen, dass „vor allem der Gütertransport effizienter strukturiert werden“ muss, wenn die Klimaziele erreicht werden wollen. „Ziel muss es sein, die gefahrenen Wegstrecken auf ein Minimum zu begrenzen beziehungsweise zu vermeiden.“<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Fraunhofer IBP 2015: 9

Seither hat die Stadt – auch als Folge der Maßnahmen, die im Masterplan beschlossen worden waren – ihre Attraktivität für Zuzügler weiter erhöht. Heute leben 820.000 Einwohner in Frankfurt am Main. Fahrradwege in der Stadt und Radschnellwege als Verbindungen für Distanzen von bis zu 20 km sind inzwischen gebaut worden, wenngleich nicht alle sechs Schnellwege bislang realisiert worden sind.

Der regionale wie städtische ÖPNV sind stärker ausgelastet als zu Beginn des Jahrhunderts. Zwar war der absehbar notwendige Ausbau des S-Bahntunnels in Frankfurt lange nicht geplant worden, doch der starke Zuzug in die Region RheinMain wegen der inzwischen hohen Wohnungsmieten und -preise in der Kernstadt Frankfurt hatte die Zahl der regionalen Pendler stark steigen lassen und den Ausbau des ÖPNV-Angebotes zur Existenzfrage der lokal-regionalen Wirtschaft gemacht. Um den gewachsenen Pendlerstrom zu bewältigen, hatte das Land ein Expressbussystem mit autonom fahrenden Elektrofahrzeugen (Batterie, Brennstoffzellen) aufgebaut, das gesonderte Fahrspuren auf Autobahnen nutzt, um staufrei in die Kernstädte zu gelangen.



Bei den leichten Nutzfahrzeugen hatte der Anteil der E-Antriebe als Folge eines ausgeklügelten Konzeptes für die urbanen Wirtschaftsverkehre und einer konsequenten Förderpolitik des Landes und Bundes deutlich schneller erhöht werden können als zu Beginn des Jahrhunderts prognostiziert worden war. Nicht zuletzt wegen der Empfehlungen des 2012 veröffentlichten EU-Weißbuchs Verkehr und der später daraus abgeleiteten Regulierungen war für 2040 der abgasfreie Innenstadtverkehr verbindlich vorgeschrieben.

Die größten Fortschritte hat es im Radverkehr gegeben: Ein neues Bewusstsein für die aktive nachhaltige Mobilität, verbunden mit einem neuen Lebensstil von Urbanisten, die flexible Mobilität in der 24-Stunden-Stadt schätzen und die Stadt als permanenten Begegnungs- und Vernetzungsraum nutzen, hatten den Radverkehr boomen und zahlreiche Radschnellwege entstehen lassen. Heute erreicht Frankfurt einen Radverkehrsanteil, wie ihn Städte wie Kopenhagen und Amsterdam in den 10er-Jahren des Jahrhunderts aufwiesen. Elektrisch angetriebene Räder, Roller und Einräder gehören zum Stadtbild.

# 3 / DAS ZUKUNFTSBILD LOGISTIK UND MOBILITÄT IN HESSEN 2035 IN SIEBEN HANDLUNGSFELDERN

*Das Zukunftsbild setzt sich aus sieben Handlungsfeldern zusammen und zeigt Logistik und Mobilität in Hessen in 20 Jahren. Für jedes Handlungsfeld wird in Form von Trends die Zukunft in Hessen 2035 aus Sicht von Experten und Bürgern beschrieben. Basis bilden die Online-Befragungen zur Einschätzung von Zukunftsthemen, die Experteninterviews und der Zukunftsworkshop. Es werden Lösungsansätze und Erfolgsmodelle für die Zukunft vorgestellt, darunter Innovationsfelder sowie konkrete zukunftsorientierte Projekte, Produkte und Dienstleistungen.*





# DIE SIEBEN HANDLUNGSFELDER

*Aufbauend auf den in Kapitel 2 beschriebenen Entwicklungen mit Einfluss auf Logistik und Mobilität wurden in Zusammenarbeit mit den HOLM-Gesellschaften, Premium- und Kooperationspartnern sieben Handlungsfelder der Zukunft identifiziert.*

Die Handlungsfelder lassen sich in drei Querschnitts- und vier Anwendungsfelder kategorisieren. Die Querschnittsthemen lauten – in Anlehnung an die zuvor skizzierten Megatrends Klimawandel, QBit-Zeitalter und Bevölkerungswachstum / Überalterung – Digitale Transformation, Energie- und Klimawandel sowie Logistik, Mobilität und Gesellschaft. Als Megatrends fließen diese Handlungsfelder in die Inhalte der weiteren vier anwendungsorientierten Handlungsfelder Urbane Logistik und Mobilität, Intelligente Verkehrssysteme, Aviation Next Generation und neues Wertschöpfungsdesign ein. Die Handlungsfelder bilden die strukturelle und inhaltliche Grundlage für die Trends in Logistik und Mobilität von 2035 sowie für das Zukunftsbild und die Handlungsempfehlungen. Die identifizierten Handlungsfelder greifen ineinander über. Zukunftsthemen sollten an ihren Schnittstellen angestoßen werden.

Das House of Logistics and Mobility (HOLM) legt diese Handlungsfelder der Zukunft bereits heute der inhaltlichen Arbeit mit seinen Partnern zugrunde. Die Ergebnisse der Studie können für die Entwicklung und Implementierung von Forschungsagenden herangezogen werden.

Die Handlungsfelder werden im Detail inhaltlich ausgestaltet. Ansätze hierfür liefert das nachfolgende Kapitel mit der Untersuchung der jeweils relevantesten Trends. Auf dieser Basis entstand ein Zukunftsbild mit Teilbildern für jedes Handlungsfeld.

Dieses Kapitel gliedert sich nach den sieben Handlungsfeldern der Zukunft von Logistik und Mobilität in Hessen 2035. Aufbauend auf eine thematische Einführung in das Handlungsfeld werden die jeweiligen Trends und Lösungsansätze aufgezeigt.



# 3.1 / DIGITALE TRANSFORMATION

*Die größte Herausforderung der Digitalen Transformation ist der umfassende Übergang von der analogen in die digitale Welt. Nicht die Entwicklung neuer Technologien ist dabei die wichtigste Aufgabe, sondern die Anpassung von Prozessen, die rechtlichen Aspekte sowie die Vorbereitung und Begleitung des Menschen im Transformationsprozess. Der Faktor Mensch ist ein zentraler Aspekt – es muss eine Änderung der Mentalität hin zu Offenheit, Akzeptanz, Kooperation und Transparenz erfolgen.*





## Einführung

Wirtschaft, Staat, und Gesellschaft durchlaufen durch die Digitalisierung einen umfassenden und rasanten Transformationsprozess. Digitalisierung ist ein Megatrend, der Innovationen treibt und eine Vielzahl von Lebensbereichen betrifft. Digitale Daten durchdringen Prozesse und Organisationen, verändern die Arbeitswelt und das soziale Leben. Bei einer Studie zur Digitalisierung der Gesellschaft<sup>1</sup> gaben 61 Prozent der Befragten an, dass die Digitalisierung sehr starke Auswirkungen sowohl auf das Privatleben wie auch auf die Arbeitswelt habe.<sup>2</sup> In Anbetracht dieser Merkmale wird Digitalisierung in dieser Studie als Querschnittsthema behandelt, das alle anderen angesprochenen Themenbereiche beeinflusst und entsprechende Trends entstehen lässt.

<sup>1</sup> vgl. *ibi research an der Universität Regensburg 2013*

<sup>2</sup> *Durchführung der Studie mit 91 Prozent der Teilnehmer aus Deutschland und dem Rest aus Österreich, der Schweiz und sonstigen europäischen Ländern.*

Die Digitalisierung sowie eine enorme Verkleinerung der Objekte bis auf Nanoebene schaffen eine unbegrenzte Fülle neuer Möglichkeiten für Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Durch neue Ideen und Produkte können neue Geschäftsfelder und Märkte erschlossen werden. Schon heute hat die Digitalisierung einen extrem hohen Stellenwert, die Nutzung von Technologie ist zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Zugleich stellt uns die Digitalisierung auch vor Herausforderungen und birgt neue Risiken.

Die Digitale Transformation bezeichnet ein wichtiges Handlungsfeld für die Zukunft der Logistik und Mobilität in Hessen 2035. Themen wie das Internet der Dinge (Internet of Things), Business Intelligence, Augmented Reality oder Datensicherheit werden in der Welt von morgen eine wichtige Rolle einnehmen. Das Internet der Dinge mit Cyber-physischen Systemen lässt beispielweise Maschinen und Gegenstände durch Sensoren und Chips über das Internet miteinander kommunizieren und interagieren. Diese intelligenten Objekte sind nicht nur für die Industrie interessant, sondern können auch verbraucherorientiert eingesetzt werden, zum Beispiel im Haushalt, in der Unterhaltungselektronik, im Transport und in Fahrzeugen oder im medizinischen Bereich.

In einer Welt, in der heute und insbesondere in Zukunft eine unvorstellbar große Menge an Daten generiert wird, ist die Datensicherheit ein grundlegendes Thema. Dies betrifft sowohl den privaten Bereich als auch die Arbeitswelt. Der Bürger möchte darauf vertrauen können, dass die Daten vor Missbrauch geschützt sind und Unbefugte keinen Zugriff haben. Um Spionage, Sabotage und Angriffe zu verhindern, werden neue Normen, Richtlinien und Lösungen entwickelt. Im Hinblick auf den Zuwachs an Datenströmen werden Business Intelligence und Big Data Analytics immer wichtiger für Unternehmen. Business Intelligence transformiert Daten in Informationen und generiert durch Analyse Wissen. Big Data Analytics meint die intelligente Nutzung



und Auswertung von Daten, die sowohl strukturiert als auch unstrukturiert vorliegen. Große Mengen an Daten unterschiedlicher Art werden auf versteckte Muster, Korrelationen und nützliche Informationen hin untersucht. Daraus lassen sich neue Geschäftsmodelle oder Wettbewerbsvorteile entwickeln.

Auch der Online-Handel über PCs und mobile Endgeräte stellt in dem Handlungsfeld ein wichtiges Thema der Zukunft dar. Der Online-Handel boomt im privaten und im Geschäftsbereich. Die Innenstädte werden zu Showrooms ohne Läger. Der Kunden probiert, wählt aus und lässt sich die Waren nach Hause liefern. Dabei spielen auch neuartige Bezahlssysteme eine Rolle. Ein sich änderndes Konsumentenverhalten wird neue Lösungen verlangen, wobei der Kunde immer mehr im Mittelpunkt stehen wird.

Augmented Reality als wichtiges Thema des Handlungsfeldes Digitale Transformation ist die computergestützte Erweiterung der Realität durch virtuelle Projektionen (computergenerierte Zusatzinformationen und Gegenstände). Augmented Reality wird im privaten Bereich und in der Arbeitswelt genutzt, etwa zur Produkterstellung, für Trainings, in der Medizin/Chirurgie (Operationen) und für die Unterhaltungsbranche. Bei Open Innovation wird der Innovationsprozess geöffnet, so dass sich unternehmensexterne Personen (Kunden, Lieferanten, Partner) aktiv einbringen können. Beim Crowdsourcing werden Projekte in die Öffentlichkeit ausgelagert, das Wissen und der Input einer breiten Masse genutzt. Beide Methoden zielen auf die Vernetzung und Integration von Wissen und von Kunden in Unternehmensprozesse ab.

Für die Arbeitswelt bedeutet die Digitalisierung von Prozessen, dass Menschen in bestimmten Bereichen durch Maschinen oder künstliche Intelligenz ersetzt werden. Einige Berufe werden wegfallen, andere werden geschaffen. Es entsteht ein Bedarf an speziellen Fachkräften. Die Arbeit wird durch die Digitalisierung flexibler, die ständige Erreichbarkeit über Medien kann aber auch zusätzlichen Stress bedeuten. Eine Umstrukturierung wird stattfinden.

2013 ist von der Initiative D-21 der „Digital-Index“ eingeführt worden, der anhand verschiedener Merkmale<sup>1</sup> den Grad der Digitalisierung auf Basis von Umfragedaten bestimmt. Auf einer Skala von 0 bis 100, wobei 100 dem Idealbild einer digitalisierten Gesellschaft entspricht, weist Deutschland mit 51,2 Punkten einen mittleren Digitalisierungsgrad auf. Aktuell beschäftigt sich die Bundesregierung verstärkt mit dem Thema Digitalisierung. Um zum digitalen Wachstumsland Nummer eins in Europa zu werden, verfolgt Deutschland eine Digitale Agenda, die bereits 2014 beschlossen worden ist. Die Digitale Agenda bestimmt die entsprechenden politischen Vorhaben in den nächsten Jahren, darunter Themen wie Frequenzsteigerung, Industrie 4.0 und

<sup>1</sup> Art des digitalen Zugangs, digitale Kompetenz der Anwender, Art und Nutzungsintensität, Einstellung der Bevölkerung zu digitalen Themen

<sup>1</sup> vgl. *Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2016; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a; Presse- und Informationsamt der Bundesregierung 2015*

IT-Sicherheitsgesetz. Die Gestaltung optimaler Rahmenbedingungen für die Digitalisierung in Deutschland unterteilt sich in folgende Themenbereiche:<sup>1</sup>

1. Digitalisierung in Europa
2. Digitale Wirtschaft und digitales Arbeiten
3. Moderner Staat und Cyber-Sicherheitspolitik
4. Schutz und Sicherheit in der digitalen Welt
5. Digitale Infrastruktur und vernetzte Gesellschaft
6. Wertewandel in der Gesellschaft durch Digitalisierung

<sup>2</sup> vgl. *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016b; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016c*

Darüber hinaus hat das Bundeswirtschaftsministerium die Digitale Strategie 2025 aufgesetzt, in der Schwerpunkte, Kompetenzen und neue Wege für ein digitales Deutschland festgelegt sind. Beispielsweise geht es dort unter anderem um die Unterstützung von Start-Ups, neue Geschäftsmodelle, Datensicherheit, intelligente Vernetzung, Industrie 4.0 und Technologien.<sup>2</sup>

Für Hessen gibt es die Hessische Digitalstrategie, die sich mit den Gestaltungsbereichen Bildungswesen, Verwaltung, Verbraucherschutz, Telekommunikation und Regulierung, Wissenschaftsförderung sowie Wirtschafts- und Technologieförderung für die folgenden Anwendungsbereiche beschäftigt: Industrie, Handel, Finanzen, Dienstleistung und Handwerk, Kultur- und Kreativwirtschaft, Energie, Mobilität, Gesundheit, Wohnen und Leben.

<sup>3</sup> vgl. *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016d*

Die Landesregierung möchte die Potenziale der Digitalen Transformation ausschöpfen und gleichzeitig mögliche Risiken minimieren. Die hessische Wirtschafts- und Technologieförderung erstellt zusammen mit dem Wirtschaftsministerium einen Digitalisierungs-Check für kleine und mittelständische Unternehmen (KMUs), die so ihren Status Quo zur Digitalisierung ermitteln können und Verbesserungspotenziale aufgezeigt bekommen. Weiterhin wird es ein Beratungsprogramm für KMUs hinsichtlich des digitalen Transfers (Geschäftsprozesse, Produkte, Dienstleistungen) geben.<sup>3</sup>

<sup>4</sup> vgl. *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2015b*

In Hessen gibt es mehr als 10.000 Unternehmen in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)-Branche, die 122.000 Arbeitnehmer beschäftigen.<sup>4</sup> Die Branche setzt sich intensiv mit Fragestellungen auseinander, die aufgrund der Digitalisierung entstehen. Gerade in diesem technologielastigen Themenbereich sind Forschung und Entwicklung essentiell. Bei den aktuellen Entwicklungen und Trends sind zunehmend Vorbehalte der Gesellschaft gegenüber der Digitalisierung und ihrer Auswirkung zu erkennen. Welchen Einfluss haben der Einzelne und die Gesellschaft noch auf die digitale Transformation und wie gehen sie mit den Entwicklungen um? Überwiegen Sorgen um die Umstrukturierung der Arbeitswelt, die Abwertung menschlicher Arbeit, die Angst vor künstlicher Intelligenz sowie die Ablehnung neuer

Lösungen und Systeme oder ist die digitale Transformation nicht aufzuhalten? Es muss die Frage beantwortet werden, wie Mensch und Maschine künftig zu vereinbaren sind. Da die digitale Transformation in ihrer Querschnittsfunktion jedoch alle Unternehmen und die komplette Gesellschaft sowie Politik betrifft, gilt es zu analysieren, welche Trends in Zukunft ausschlaggebend für die Digitalisierung Hessens sind, in welche Themen investiert werden muss und wie der Faktor Mensch in diesen Prozess idealerweise eingebunden werden kann.

### 3.1.2 Zukunftstrends in Hessen

#### TREND 1: Digitale Vernetzung in autonomen Systemen

Das Internet der Dinge, Cyber-physische Systeme und autonome Objekte haben im Jahr 2035 die hessische Mobilitäts- und Logistikbranche stark verändert. Verschiedene Objekte können über das Internet miteinander kommunizieren, Informationen austauschen und sich selbstständig steuern.

Das Internet der Dinge – Internet of Things (IoT) – bezeichnet einen Zustand der vollständigen Vernetzung und Erreichbarkeit über das Internet, der sowohl im beruflichen als auch im privaten Alltag Einzug halten kann. Steuerbare Gegenstände sind dabei mit einer IP-Adresse sowie einem Netzanschluss ausgestattet: Telefone, Autos, Kühlschränke, Lampen und so weiter. Die Gegenstände können autonom über das Internet kommunizieren und verschiedene Aufgaben erledigen, wie zum Beispiel Informationen teilen, automatisch bestellen oder Schleusen öffnen. Auch Geräte und Maschinen sowie Roboter sind Bestandteile des Internets der Dinge. Cyber-physische Systeme sind dabei die Gegenstände, die im Rahmen des IoT miteinander vernetzt sind. Sie verfügen über Sensoren, die Daten aus der physikalischen Umwelt wahrnehmen und verarbeiten, und Aktoren (Antriebselemente), die entsprechend der registrierten Informationen auf die physikalische Umwelt einwirken.<sup>1</sup> Durch diese Vernetzung und den automatischen Austausch von Informationen kann Transparenz entstehen.

*1 vgl. Neubauer 2014; Chui et al. 2010; Ideen 2020 (o.J.); Gartner 2016; Schipper 2015; Morgan 2014*

**71 Prozent der befragten Experten sind der Meinung, dass bis zum Jahr 2035 durch Digitalisierung die vollständige Transparenz der Warenströme erreicht wurde.**

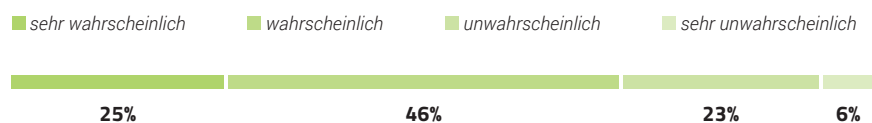
*Ergebnis Online-Befragung*

Aufgrund der neuen Möglichkeiten im Rahmen der Digitalisierung ist davon auszugehen, dass im Jahr 2035 die vollständige Transparenz der Warenströme erreicht wird. Diesem Szenario stimmen 71 Prozent der Befragten zu. Dies weist darauf hin, dass die Digitalisierung momentan so weit fortgeschritten ist, dass vollständige Transparenz in der Supply Chain künftig möglich ist. Die Ergebnisse implizieren ebenfalls, dass die meisten Befragten an die weitreichende Etablierung Cyber-physischer Systeme in Verbindung mit der Industrie 4.0 glauben. Im Workshop haben Experten die Meinung vertreten, dass die Technologie, die benötigt wird, um Transparenz herzustellen, bereits verfügbar ist, es jedoch an der Bereitschaft mangelt, diese einzusetzen.

## 2035: „Durch die Digitalisierung (zum Beispiel Internet der Dinge, cyber-physische Systeme) wurde die vollständige Transparenz der Warenströme erreicht.“



Experten-Einschätzung

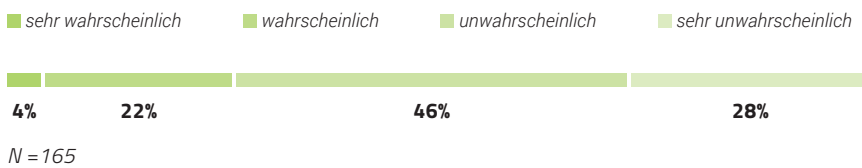


N = 167

Mit dem Ausblick, dass Roboter und autonome, selbststeuernde Systeme verstärkt eingesetzt werden, stellt sich die Frage, wie Menschen auf diese neue Situation reagieren. Dies umfasst nicht nur Roboter und autonome Systeme, sondern alle Arten von Technologien und Weiterentwicklungen. Die Gesellschaft wird ein wichtiger Einflussfaktor hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzung des technisch Möglichen sein.

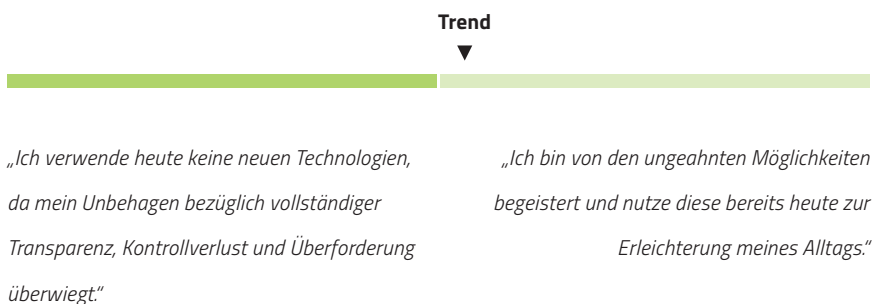
Auf Grundlage der aktuellen Entwicklung ist davon auszugehen, dass Roboter und autonome Systeme 2035 keine Ausnahme mehr darstellen, sondern vielfältig eingesetzt und gesellschaftlich akzeptiert werden. Dabei ist auf Grundlage der Befragung nicht mit wachsenden Vorbehalten aus der Gesellschaft zu rechnen, die die Umsetzung des technisch Möglichen hemmen könnten. Zumindest ist dies die Aussage von 74 Prozent der Befragten. Aus dem Ergebnis lässt sich ableiten, dass Wirtschaft, Wissenschaft und Politik davon ausgehen, dass die Gesellschaft keine Vorbehalte gegenüber der Umsetzung von neuartigen Technologien wie etwa intelligenten Robotern oder autonomen Systemen hat und diese eingesetzt und akzeptiert werden. Dabei besteht ein Unterschied zwischen privater und beruflicher Nutzung: Im beruflichen Alltag ist die Bereitschaft zur Anwendung wesentlich restriktiver.

## 2035: „Aufgrund wachsender Vorbehalte in der Gesellschaft wurde nur wenig von dem umgesetzt, was technisch möglich ist, wie beispielsweise intelligente Roboter oder autonome, selbststeuernde Systeme.“



Experten-Einschätzung

Befragt man die hessische Gesellschaft selbst zu dem Thema, lässt sich eine ungefähre Übereinstimmung mit dem Meinungsbild der Experten erkennen. Es gibt Personen, die Vorbehalte gegenüber neuen Technologien und Unbehagen hinsichtlich vollständiger Transparenz, Kontrollverlust und Überforderung haben. Eine leichte Tendenz zeichnet sich jedoch dahingehend ab, dass die Gesellschaft von den technischen Möglichkeiten eher begeistert ist und diese gerne im Alltag nutzt.



Bürger-Einschätzung

N = 303

### TREND 2: Künstliche Intelligenz

Ein weiterer Trend für Hessen, der im Zukunftsworkshop identifiziert wurde, ist die Weiterentwicklung von Artificial Intelligence (AI). Künstliche Intelligenz soll die Intelligenz des Menschen mit Hilfe der Informatik nachbilden, so dass ein Roboter eigenständig Probleme lösen, lernen, entscheiden, handeln und mit anderen Robotern sowie Menschen interagieren kann. Nicht nur steigende Speicherkapazitäten und Verarbeitungsgeschwindigkeiten, sondern auch die Forschung in den Neurowissenschaften sind Treiber dieser Entwicklung. Indem die Funktionsweise des menschl-

<sup>1</sup> vgl. Bekey 2013; Schmidhuber 2015

chen Gehirns besser erforscht wird, können diese Erkenntnisse zur Entwicklung der Steuerungssoftware für Roboter beitragen, die menschliches Verhalten nachahmen. Roboter könnten so aus ihren eigenen Fehlern und Erfolgen lernen.<sup>1</sup> Auch Gesichtserkennung sowie das Erkennen von Gesichtsausdrücken, Gesten und Stimmlagen mit entsprechender Deutung von Emotionen sind immer weiter entwickelt. Künftig werden möglicherweise immer mehr Jobs von künstlicher Intelligenz statt von Menschen ausgeführt. Im Zukunftsworkshop waren die negativen Wahrnehmungen der künstlichen Intelligenz nicht stark ausgeprägt, vielmehr standen die Chancen im Vordergrund.

<sup>2</sup> vgl. Graff 2016; FAZ.net 2016

Dennoch: Je weiter entwickelt die künstliche Intelligenz ist und je weitreichender sie in unser Leben eingreift und eigenständig handelt, desto stärker rücken Fragen hinsichtlich der Kontrolle in den Vordergrund. Der vor einigen Monaten getestete Chat-Roboter Tay von Microsoft beispielsweise, der mit Menschen kommunizieren und von Konversationen lernen sollte, musste schon nach kurzer Zeit gestoppt werden. Eine Gruppe von Leuten hatte Tay rassistische und sexistische Aussagen beigebracht, die der Roboter weiter verbreitete. Der Zwischenfall löste Debatten darüber aus, ob und wie man Roboter erziehen und kontrollieren kann.<sup>2</sup>

<sup>3</sup> vgl. Wedekind 2016

Künstliche Intelligenz hat kürzlich einen erfahrenen U.S. Air Force-Kampfpiloten im Simulator-Duell mehrfach geschlagen. Das System, das dahinter steht, kombiniert sprachbasierte Programmierung mit Wenn-dann-Szenarien und einer speziellen Version von Fuzzy-Logic-Algorithmen: Die Herangehensweise an Probleme ist daher ähnlich wie bei Menschen.<sup>3</sup>

<sup>4</sup> vgl. Spiegel Online 2014

Japanische Forscher vom National Institute of Informatics haben einen Roboter entwickelt, der mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Aufnahmeprüfungen von 80 Prozent der privaten Universitäten und vier staatlichen Universitäten Japans bestehen kann. Im Fach Englisch hat der Roboter bereits die durchschnittliche Leistung der menschlichen Bewerber übertroffen.<sup>4</sup>

<sup>5</sup> vgl. Kern & Neumayer 2016;  
Schmidhuber 2015

Künstliche Intelligenz kann nicht nur beim Militär oder im Weltall eingesetzt werden, auch in der Industrie, in der Medizin, in der Pflege oder in privaten Haushalten bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten.<sup>5</sup>

Es bleibt die Frage, wer Computer in Zukunft kontrolliert, wenn diese intelligenter werden als der Mensch und ob Computer Bewusstsein entwickeln und vernünftig entscheiden können. In diesem Rahmen besteht die These, dass Menschen immer intelligenter werden, um künstlicher Intelligenz trotz deren starker Weiterentwicklung

auch in Zukunft überlegen zu sein.<sup>1</sup> Sicher ist: Die Entwicklung künstlicher Intelligenz wird voranschreiten.

<sup>1</sup> vgl. 2b.AHEAD Think!Tank 2014

### TREND 3: Digitale Geschäftsmodelle

Daten und Informationen werden im Jahr 2035 eine sehr große Rolle spielen, in Hessen ebenso wie überall sonst auf der Welt. Im Zuge der Digitalisierung werden Unmengen an Daten generiert und genutzt. Damit rückt auch die Sicherheit dieser Daten stärker in den Fokus, ebenso wie der Schutz vor Missbrauch und Diebstahl. Sowohl im privaten Bereich als auch in der Arbeitswelt muss man darauf vertrauen können, dass die Daten vor Missbrauch geschützt sind. Der Zugriff durch Unbefugte muss verhindert werden, um Spionage, Sabotage und Angriffe zu vermeiden.

**59 Prozent der Experten glauben, dass bis zum Jahr 2035 das Problem der Datensicherheit nicht gelöst sein wird.**

*Ergebnis Online-Befragung*

Big Data Analytics ist die intelligente Nutzung und Auswertung von großen Mengen Daten. Diese werden auf versteckte Muster, Korrelationen und nützliche Informationen hin untersucht und können dann als nützliche Geschäftsinformation oder Wettbewerbsvorteil genutzt werden. Die Datengenerierung erfolgt in hoher Geschwindigkeit (Velocity). Die große Datenmenge (Volume) mit hoher Datenvielfalt (Variety) erlaubt neue Fragestellungen sowie die bessere Steuerung von Prozessen und Handlungen, sofern die Daten richtig kombiniert werden.<sup>2</sup>

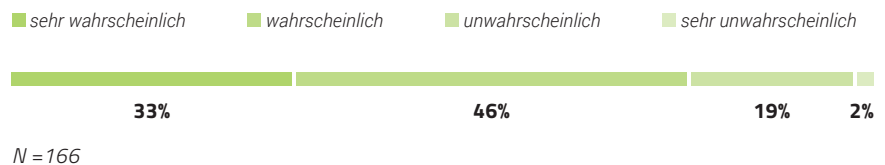
<sup>2</sup> vgl. Rouse 2012; Bitkom 2014; Dill 2014; Kühl 2016

Die Mehrheit der Befragten (79 Prozent) ist der Meinung, dass 2035 wirtschaftlicher Erfolg nicht mehr ohne den Einsatz von Business Intelligence (BI)-Methoden möglich sein wird. Daraus lässt sich schließen, dass Unternehmen sich mit Business Intelligence-Methoden und Big Data Analytics auseinandersetzen müssen, um in Zukunft weiterhin zu bestehen und erfolgreich zu sein. Dazu müssen Weiterbildungen absolviert, entsprechendes Personal eingestellt und Investitionen getätigt werden. Die Unternehmen müssen Business Intelligence-Methoden verstehen und für sich gewinnbringend anwenden können.

## 2035: „Ohne den Einsatz von Big Data Analytics (Analyse von großen Datenmengen) ist wirtschaftlicher Erfolg nicht mehr möglich.“



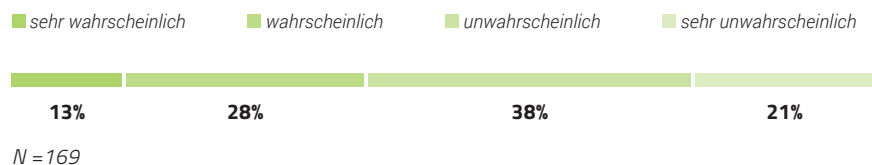
Experten-Einschätzung



## 2035: „Das Problem der unzureichenden Datensicherheit ist gelöst. Es gibt etablierte Verfahren zum langfristigen Schutz privater und kommerzieller Daten.“



Experten-Einschätzung



In diesem Zusammenhang spielt auch Datensicherheit eine wichtige Rolle: Über die Hälfte der Befragten (59 Prozent) ist der Meinung, dass auch 2035 das Problem der Datensicherheit noch nicht gelöst sein wird. Die Mehrheit der Befragten sieht die Datensicherheit 2035 noch als unzureichend an und glaubt nicht, dass private und kommerzielle Daten umfassend geschützt beziehungsweise dass entsprechende Verfahren zur Sicherheit eingeführt sein werden. Auch im Zukunftsworkshop bestätigte sich diese These. Datensicherheit besteht, jedoch kann keine vollständige Sicherheit gewährleistet werden. Aus der Interaktion ergeben sich viele Schnittstellen, die es zu überwinden gilt, während entsprechende Absprachen und Normen fehlen. Die Technologie zum vollständigen Datenschutz sei vorhanden, wird aber nicht umfassend genutzt. Dies kann möglicherweise auf fehlendes Verständnis oder auch zu hohe Kosten zurückgeführt werden, da die Beschäftigung entsprechender Experten mit einem hohen Kostenaufwand verbunden ist.



**„Kunden gehen einfach davon aus, dass die Datensicherheit gewährleistet ist. Das ist eine Grundvoraussetzung und kein Differenzierungsmerkmal. Wenn Sie die Datensicherheit nicht gewährleisten, verlieren Sie Ihre Daseinsberechtigung als Dienstleister.“**

*Dr. Klaus Dohrmann, Vice President Strategy and Development,*

*Engineering & Manufacturing Sector, DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION*

Als aktuelles Beispiel kann das Sicherheitsproblem bei Connected Cars angeführt werden, die zur internen Vernetzung zwischen den Fahrzeugsystemen und zur externen Vernetzung mit dem weltweiten Internet fähig sind. Durch diese Verbindungsmöglichkeiten sind gleichzeitig auch Zugriffe durch Hacker möglich. Dies ist besonders gefährlich, wenn sicherheitsrelevante Elemente wie zum Beispiel Motorsteuerung oder Bremse nicht von IT-Systemen wie Smartphone-Anbindung oder Navigation getrennt sind.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Maier 2015; Kuther 2014

Augmented Reality (AR), die Erweiterung der realen Welt durch Einblendung computergenerierter Zusatzinformationen, Daten und Gegenstände auf Devices (zum Beispiel Brille, Handy oder Display), ist ein weiterer Trend im Sinne digitaler Geschäftsmodelle. Nahezu alle Befragten (91 Prozent) geben an, dass diese Technologie im Jahr 2035 sowohl im privaten als auch im beruflichen Umfeld genutzt werden wird. Aus heutiger Sicht wird Augmented Reality im Jahr 2035 Möglichkeiten bieten, die das private als auch das berufliche Leben ergänzen und unterstützen.

**91 Prozent der befragten Experten geben an, dass Augmented Reality im Jahr 2035 sowohl im privaten als auch im beruflichen Umfeld umfassend genutzt wird.**

*Ergebnis Online-Befragung*

Im Zukunftsworkshop wurden unter anderem die Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality in der Industrie diskutiert. AR kann Vereinfachungen bringen und Fehlerquoten senken, für Trainings angewendet werden oder Kunden in der selbstständigen Reparatur eines Gerätes unterstützen, was logistische Prozesse rund um Kundenservice und Instandhaltung stark verändern würde.

**„Augmented Reality wird in wenigen Jahren in fast allen Lebensbereichen angewendet werden. Vor allem in der Business-Anwendung wird Augmented Reality die Qualität verbessern sowie Sicherheit und Effizienz erhöhen.“**

*Dr. Klaus Dohrmann, Vice President Strategy and Development, Engineering & Manufacturing Sector,  
DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION*

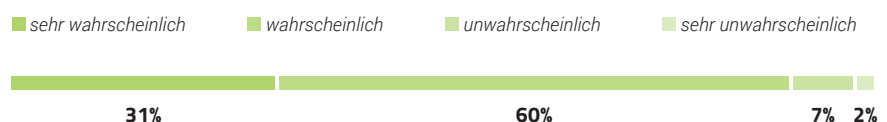
AR-Lösungen können beispielsweise in Distributionszentren zum Einsatz kommen, wie etwa bei DHL im Rahmen eines Pilotprojektes. Lagerfachkräfte wurden dabei teilweise mit Datenbrillen ausgestattet, die ihnen bei der Kommissionierung helfen sollten. Die Effizienzsteigerung lag bei 25 Prozent.<sup>1</sup> Der Einsatz von AR für die Produkterstellung ist naheliegend. Insgesamt ist der Einsatz von AR jedoch eine Kostenfrage, auch wenn die Mitarbeiter dem Einsatz neuer Technologien gegenüber aufgeschlossen sind.

<sup>1</sup> vgl. DHL Customer Solutions & Innovation 2014; Deutsche Post DHL Group 2015

**2035: „Die Erweiterung der realen Welt durch computer-generierte Zusatzinformationen und Gegenstände (Augmented Reality) wird sowohl im privaten als auch im beruflichen Alltag selbstverständlich genutzt.“**



Experten-Einschätzung

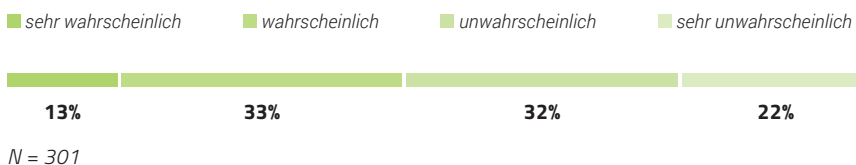


N = 169

Werden jedoch nicht Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zum Thema AR befragt, sondern hessische Bürgerinnen und Bürger, ergibt sich ein anderes Bild. 46 Prozent der Bürger gehen davon aus, dass sie in Alltag und Freizeit selbstverständlich Datenbrillen oder ähnliche Lösungen nutzen. Die knappe Mehrheit der Bürger hält dieses Szenario für unwahrscheinlich.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die schnelle Verbreitung und begeisterte Nutzung des AR-Spiels „Pokémon Go“ seit Sommer 2016 zeigen jedoch eine andere Entwicklung.

## 2035: „Meine Wahrnehmung wird in Alltag und Freizeit durch tragbare Computersysteme (zum Beispiel Datenbrillen) bestimmt.“



Bürger-Einschätzung

### TREND 4: „Uberisierung“

Ein weiterer Trend, der im Zukunftsworkshop für wichtig erachtet wurde, ist die sogenannte „Uberisierung“, in Anlehnung an das Start-up Uber, das Personenbeförderungs-Dienstleistungen über eine digitale Plattform anbietet und damit dem Prinzip der Shared Economy folgt. Es gibt viele weitere Beispiele für diese Art von Geschäftsmodell wie etwa AirBnB (Unterkunft von Privatpersonen) oder Kickstarter (Finanzierung von Projekten). Dabei ist der gesellschaftliche Nutzen der Treiber – das jeweilige Angebot setzt sich nur durch, wenn die Gesellschaft dessen Nutzen sieht. Eine sogenannte kritische Masse beziehungsweise ein Startvolumen muss erreicht werden, um einen solchen Dienst in den Markt zu bringen.

Das Konzept organisiert Wirtschaft und Gesellschaft komplett neu. Uber als Beispiel bietet eine Plattform-Lösung an, ohne eigenes Personal und eigene Taxen zu besitzen. Stattdessen sind die Fahrer Mietwagenunternehmer (UberBlack) oder Privatpersonen (UberPop). Aktuell ist das Unternehmen wegen eines Rechtsstreits mit Taxiunternehmen in den Schlagzeilen, die die Etablierung von Uber anfechten, da sie ihre Arbeitsplätze bedroht sehen beziehungsweise die Meinung vertreten, Uber verstoße gegen das Personenbeförderungsgesetz.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> vgl. Loeffler 2014; Computerwoche 2014; mehr Informationen auf [www.uber.com](http://www.uber.com)

<sup>1</sup> vgl. Schön & Brandmayer 2016

Auch AirBnB hat mit rechtlichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Privatpersonen müssen eine spezielle Genehmigung von ihrem Vermieter einholen und auch eine Versteuerung der Einnahmen wird nötig.<sup>1</sup>

In Zukunft werden laut den Teilnehmern des Zukunftsworkshops auch in Hessen immer mehr derartige Plattform-Lösungen zur Anwendung kommen, die sich auf das Shared Economy-Prinzip stützen. Crowdfunding (Unterstützung von Projekten), Crowdfunding (Finanzierung von Unternehmensgründungen) und Crowdsourcing (Auslagern von internen Teilaufgaben an Externe) spielen im Rahmen der neuen Lösungen ebenfalls eine Rolle und werden immer stärker genutzt. Die neuen Geschäftsmodelle bringen zwar starke Veränderungen in bestehenden Strukturen, dürfen aber trotzdem nicht als „Feind“ bekämpft werden.

Im Zukunftsworkshop wurde auch die damit verbundene Effizienzsteigerung diskutiert. Durch Shared Economy-Konzepte wird die Ressourcenallokation verbessert, da die Nutzung eines sonst nicht genutzten Assets erfolgt.

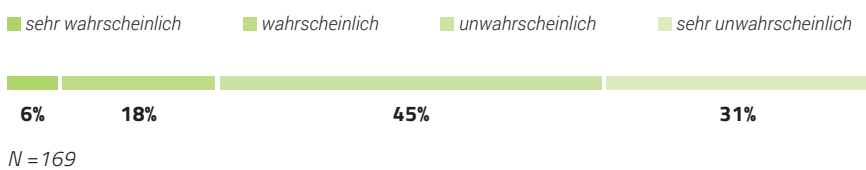
#### **TREND 5: Digitalisierung der Arbeitswelt**

Durch die Digitalisierung und die Weiterentwicklung verschiedener Technologien sowie die eben beschriebenen Trends wird sich die Arbeitswelt in Hessen verändern, da neue Möglichkeiten und Anforderungen entstehen. Die Frage ist jedoch, welche Art der Veränderung eintreten wird und welches Ausmaß die Veränderungen haben werden.

In Teilen der Gesellschaft besteht die Sorge, dass im Zuge der Digitalisierung Maschinen die menschliche Arbeitskraft ersetzen. Immer mehr Berufe können durch immer weiter entwickelte Maschinen und Roboter ausgeführt werden und das sogar schneller und präziser. Hinzu kommt, dass Maschinen den Menschen körperlich belastende Tätigkeiten abnehmen beziehungsweise deren Effizienz steigern können. Wenn die künstliche Intelligenz sich derjenigen des Menschen stärker annähert, können auch Berufe und Tätigkeiten, für die eine höhere Qualifikation notwendig ist, von Robotern übernommen und erledigt werden. In Zusammenhang mit dieser Besorgnis werden aber auch umgekehrt spezifische Fachkräfte benötigt, hauptsächlich in den Bereichen Digitalisierung, Technologie und Maschinenbau, die mit der digitalen Transformation direkt in Verbindung stehen. Eventuell sind Menschen weiterhin dringend notwendig, um Maschinen zu überwachen und kontrollierend einzugreifen. Es entstehen neue Aus- und Weiterbildungsprofile, mit denen Arbeitsplätze zwar umgestaltet, aber erhalten werden können.

Im Rahmen der Datenerhebung sind 76 Prozent der Befragten der Ansicht, dass die Digitalisierung den Bedarf an Fachkräften mit hoher Qualifikation nicht senkt. Diese Mehrheit nimmt an, dass es trotz neuartiger technischer Möglichkeiten weiterhin Bedarf an hoch qualifizierten Fachkräften geben wird und dass deren Arbeitskraft nicht durch Roboter oder autonome Systeme ersetzt werden kann.

## 2035: „Digitalisierung hat den Bedarf an Fachkräften mit hoher Qualifikation gesenkt. Menschliche Arbeitskraft ist nur noch zur Entwicklung und Kontrolle sowie bei Notfalleingriffen in Systemen nötig (Qualifikationsschere).“



Experten-Einschätzung

**„Beim Thema Robotik geht es nicht darum, Arbeitsplätze zu ersetzen. Roboter heute sind kollaborativ, arbeiten mit dem Menschen zusammen und unterstützen ihn. Roboter können sehr viele Tätigkeiten übernehmen, aber den Menschen sicher nicht vollständig ersetzen.“**

*Dr. Klaus Dohrmann, Vice President Strategy and Development, Engineering & Manufacturing Sector,  
DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION*

**„In Summe wird es durch die Digitalisierung und die damit einhergehenden Effizienzsteigerungen in Zukunft zu einer Reduzierung der Arbeitsplätze in der Mobilitätsbranche kommen.“**

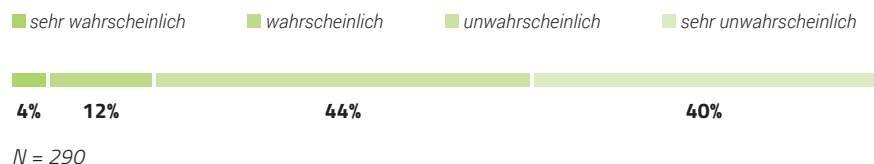
*Dr. Ralph Körfgan, Vorsitzender der Geschäftsführung, DB Vertrieb GmbH*

Die Gesellschaft in Hessen hat einen deutlich optimistischeren Blick auf die Veränderung des Arbeitsmarktes im Rahmen der Digitalisierung. 84 Prozent der Befragten halten es für unwahrscheinlich, dass ihr Arbeitsplatz 2035 aufgrund neuer Technologien, Automatisierung und Digitalisierung weggefallen sein wird. Möglicherweise ist ein Teil der Gesellschaft nicht darauf vorbereitet, den eigenen Arbeitsplatz zu verlieren. Die unterschiedlichen Meinungen der Experten und der Bürger bilden ein Spannungsfeld, das es zu beachten und gegebenenfalls zu lösen gilt.

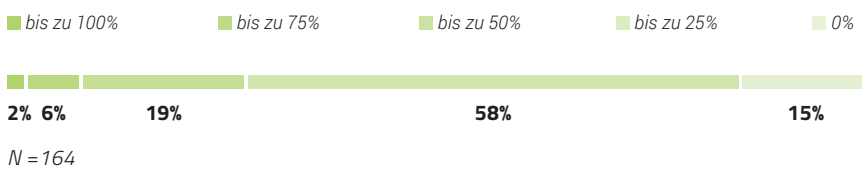
## 2035: „Mein Arbeitsplatz ist aufgrund von neuen Technologien, Automatisierung und Digitalisierung weggefallen.“



Bürger-Einschätzung

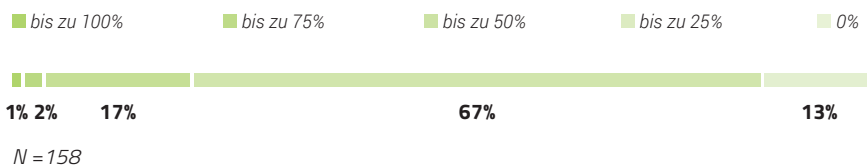


## 2035: „Wie viele der 2015 bestehenden Arbeitsplätze in der Logistik- und Mobilitätswirtschaft in Hessen wurden aufgrund von Digitalisierung und Automatisierung abgebaut?“



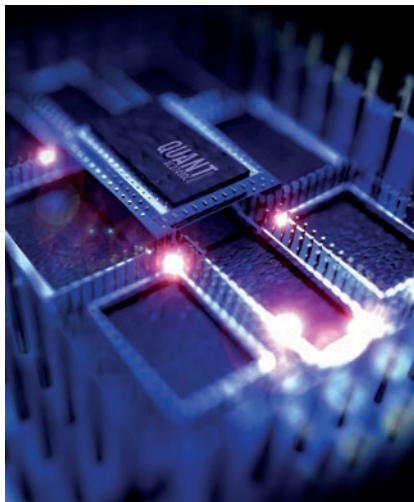
Experten-Einschätzung

## 2035: „Wie viele neue Arbeitsplätze in der Logistik- und Mobilitätswirtschaft sind seit 2015 aufgrund von Digitalisierung und Automatisierung entstanden?“



Experten-Einschätzung

Bezüglich der Veränderung der Anzahl an Arbeitsplätzen gehen die Experten davon aus, dass sich der Auf- und Abbau von Stellen durch die Digitalisierung und Autonomisierung etwa in der Waage hält. Es werden zwar Arbeitsplätze abgebaut, jedoch werden in gleichem Maße auch neue Stellen geschaffen.



▲ © Tomasz Zajda / Fotolia

## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

### Quanten-Computer

Die Computer der neuen Generation arbeiten jenseits der klassischen Physik auf Basis der Quantenmechanik. Ein Qubit oder Qbit dient als kleinstmögliche Speichereinheit und definiert gleichzeitig ein Maß für die Quanteninformation. Da ein Qbit im gleichen Moment unterschiedliche Zustände einnehmen kann, steigen die Rechenmöglichkeiten extrem exponentiell. Der Rechenleistung des D-Wave X2 liegt 100 Millionen Mal über der Rechenleistung herkömmlicher Digitalcomputer auf Basis der klassischen Physik und Informatik.

### Künstliche Intelligenz

Die Entwicklung und der Betrieb von Quanten-Computern schaffen die Voraussetzung für den Aufbau autonom selbstlernender Systeme, die künstlich intelligent sind. Die Basis dafür ist mit den heute verfügbaren digitalen Rechnern gelegt worden, deren Leistung mit dem Sieg im Go-Spiel belegt worden ist. Mit Quanten-Computern stehen Forschern und Anwendern vollkommen neue Möglichkeiten offen.

▼ © Tatiana Shepeleva / Fotolia







▲ © chombosan / Fotolia

### Internet of Things (IoT) – Globale Vernetzung

Das pervasive Computing – die Verfügbarkeit und Allgegenwärtigkeit des Internets – ist die notwendige Voraussetzung für den Aufbau des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT): die Verknüpfung aller Apparate und Sensoren über das weltweite Netz. Schon heute ist die Menge an Informationen, die wir generieren und austauschen, ausgedrückt in Bytes, auf 2.5 Trillionen Gigabytes (2,5 mal  $10^{18}$ ) rapide angewachsen, wobei die Datenexplosion im Jahr 2013 begonnen hatte. 90 Prozent der genannten Datenmenge war zwischen 2013 und 2015 erzeugt worden. Seither hat sich die Datenmenge alle zwei Jahre verdoppelt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Turner et al., 2014



▲ © dragonstock / Fotolia

### Augmented Reality (AR)

Augmented Reality meint die visuelle Erweiterung der Realität durch die Digitaltechnik (beispielsweise AR-Brillen): Kunden können ihr Auto per Augmented Reality mit gewünschten Features ausstatten, Visualisierungen helfen bei Operationen, der Imagination von Wohnwelten, bei Arbeitsabläufen und bei der Reparatur von Geräten, aber auch, um sich in unbekanntem Terrain zu orientieren oder Sightseeing in neuer Qualität zu erleben. AR hilft sogar bei Konferenzen oder privaten Treffen, um Informationen über den Gesprächspartner zu erhalten. DHL hat in Zusammenarbeit mit dem DHL-Kunden Ricoh und dem Spezialist für Wearable-Computing-Lösungen Ubimax die Technologie für die AR-unterstützte Kommissionierung („Vision Picking“) im Lagerbetrieb eingesetzt. Die Beschäftigten wurden mit Datenbrillen ausgestattet, die schrittweise Arbeitsanweisungen einblenden, um den Kommissionierungsprozess zu beschleunigen und Fehler zu reduzieren. Der Test zeigte, dass AR-Anwendungen Logistikprozesse messbar optimieren können. In diesem Fall wurde eine 25-prozentige Effizienzsteigerung in der Kommissionierung erzielt.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> vgl. Deutsche Post DHL Group 2015

## 3.2 / ENERGIE UND KLIMA

*Der Klimawandel ist real und wird immer stärkere Auswirkungen auf unser tägliches Leben haben. Um positiv in die Zukunft blicken zu können, muss der Ausstoß von Treibhausgasen unter allen Umständen reduziert werden. Logistik und Mobilität bieten viele Möglichkeiten dazu. Mit der Unterstützung der Politik müssen Wirtschaft, öffentliche Institutionen wie auch jeder einzelne Bürger zielgerichtet handeln.*





## Einführung

Das Handlungsfeld „Energie und Klimawandel“ ist ein Querschnittshandlungsfeld, das alle anderen Handlungsfelder in Logistik und Mobilität in Hessen auf unabsehbare Zeit mit beeinflussen wird. In Zukunft wird weltweit mehr CO<sub>2</sub> ausgestoßen als heute. Berechnungen nach wird der Ausstoß bis zum Jahr 2035 um 25 Prozent ansteigen, was in erster Linie auf den enorm gestiegenen Verbrauch von Energie aufgrund des Bevölkerungswachstums und der verfügbaren Einkommen zurückzuführen sein wird.<sup>1</sup> Für die nächsten 100 Jahre wird ein Anstieg der Temperaturen um drei Grad Celsius erwartet.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> vgl. BP 2016

<sup>2</sup> vgl. Madry & Fischer 2014

### Erläuterung

Der natürliche Treibhauseffekt ermöglicht konstante Temperaturen von 15 Grad Celsius, indem nur ein Teil der langwelligen Wärmestrahlung die Atmosphäre verlassen kann und der Großteil der Wärme zurück zur Erde gestrahlt wird. Für diesen Effekt sind Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> und Wasserdampf verantwortlich. Durch den zusätzlichen Ausstoß solcher Treibhausgase durch Industrie, Verkehrsmittel oder Rodung von Wäldern erhöht sich die zurückgestrahlte Wärmestrahlung und somit die Temperatur auf der Erde.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> vgl. Hüging 2013

<sup>4</sup> Weitere Auswirkungen des Klimawandels sind in Kapitel 3 erläutert.

<sup>5</sup> vgl. Intergovernmental Panel on Climate Change 2014b

<sup>6</sup> vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2010

Die Temperaturveränderung hat vielschichtige und teilweise verheerende Konsequenzen für unsere Umwelt in Hessen und der ganzen Welt. Auswirkungen der Temperaturveränderungen können in allen Regionen der Welt unterschiedlich ausfallen. Auswirkungen sind zum Beispiel die Erhöhung des Meeresspiegels, das Schmelzen von Schnee und Eismengen sowie extreme Dürren oder Niederschläge. Forscher haben gemessen, dass im Zeitraum von 1901 bis 2010 der Meeresspiegel bereits um 19 cm gestiegen ist.<sup>4</sup> Generell wird der Klimawandel schwerwiegende Folgen für Menschen, das Ökosystem und die Biodiversität haben. Um diese Auswirkungen zu verhindern oder zumindest abzuschwächen, muss die Politik Strategien entwickeln, um dieser Herausforderung effektiv zu begegnen.<sup>5</sup>

Ziel der internationalen Klimapolitik ist es, die Geschwindigkeit und die Auswirkungen der Erderwärmung zu reduzieren beziehungsweise zu stoppen. Dies kann primär erreicht werden durch den Ausbau der Erzeugung von erneuerbaren Energien, die Erhöhung der Energieeffizienz und die Einsparung von Energie. Als wichtigste Ziele gelten die Empfehlungen des Weltklimarats (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change). Als Zielmarke gilt, die globale Durchschnittstemperatur nicht mehr als zwei Grad über das Niveau des vorindustriellen Zeitalters steigen zu lassen. Dieses Ziel wurde von den Vereinten Nationen übernommen. Bei der Weltklimakonferenz in Paris (2015) wurde dieses Ziel sogar noch höher gesteckt. Man möchte die globale Erderwärmung auf unter 2 Grad Celsius begrenzen. Dazu müsste die weltweite Treibhausgasemission zwischen 2045 und 2060 auf „Null“ zurückgefahren werden. Grundlage für die Reduzierung der Treibhausgase bilden die Instrumente des Kyoto-Protokolls von 1997. Einerseits wurde der Emissionshandel eingeführt, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu begrenzen. Zum anderen kann sich ein Industrieland durch Klimaschutzprojekte in anderen Industrie- oder Entwicklungsländern Emissionsminderungen in Form von Minderungszertifikaten auf sein Reduktionsziel anrechnen lassen.<sup>6</sup>

Basierend auf den internationalen Klimaschutzzielen hat die EU sich das verbindliche Ziel gesetzt, bis 2030 die Treibhausgasemission um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren und den Anteil von erneuerbaren Energien auf mindestens 27 Prozent zu erhöhen. Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, die Reduktion der Emissionen von mindestens 40 Prozent bereits 2020, also zehn Jahre früher, zu erreichen. Wesentliches gesetzliches Element der deutschen Klimapolitik ist beispielsweise das Erneuerbare-Energien-Gesetz zur Förderung der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. Danach soll 2025 der Anteil der erneuerbaren Energien zwischen 40 und 45 Prozent und bis 2035 zwischen 55 und 60 Prozent betragen. Zusätzlich soll die Energiesparverordnung den Bedarf an Energie bei Neubauten limitieren. Daneben werden beispielsweise Photovoltaikanlagen, bessere Wärmedämmung oder thermische Solaranlagen finanziell gefördert. Im April 2016 hat die deutsche Bundesregierung beschlossen, die Elektromobilität explizit zu fördern. Dabei wird jeder Käufer eines Elektroautos 4.000 Euro Kaufprämie erhalten. Für hybride Fahrzeugen mit ergänzendem Verbrennungsmotor wird der Käufer mit 3.000 Euro unterstützt.<sup>1</sup>

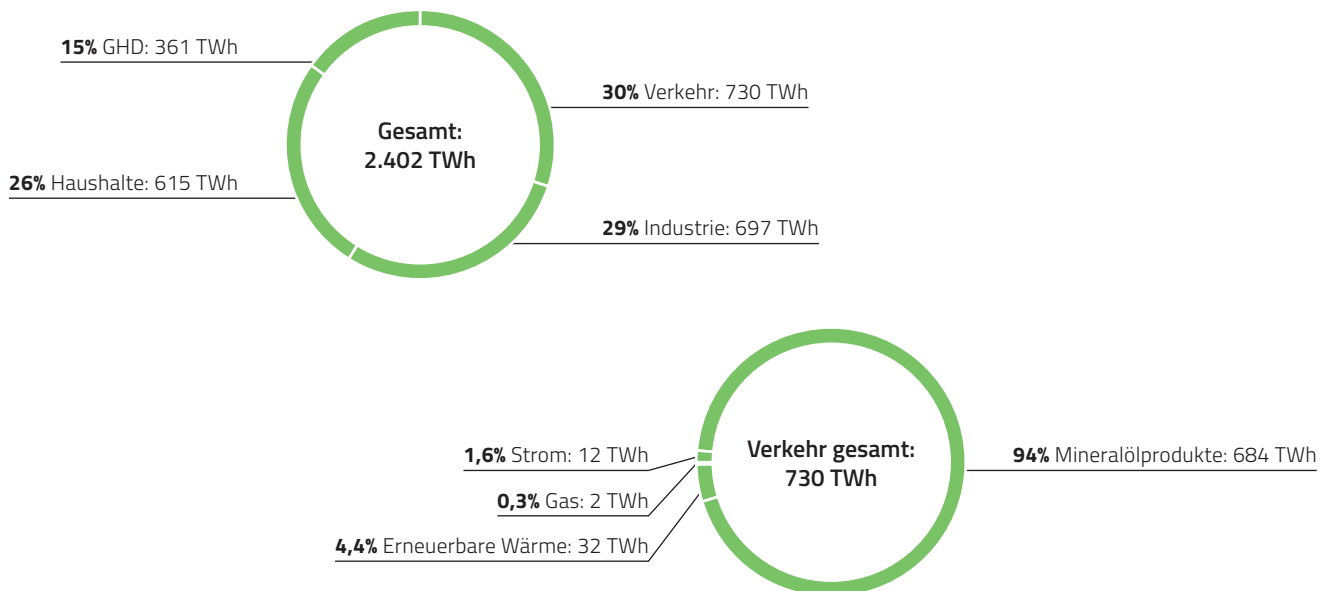
<sup>1</sup> vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2014; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2015

Das Land Hessen schließt sich den ambitionierten Klimaschutzzielen der Bundesregierung ausnahmslos an. Hessen soll 2050 klimaneutral sein. „Der Hessische Koalitionsvertrag 2014 - 2019 zwischen CDU und Bündnis 90/Die Grünen beinhaltet als zentrales Vorhaben die deutliche Verminderung der klimaschädlichen Treibhausgase, insbesondere durch eine aktive Gestaltung der Energiewende.“<sup>2</sup> Um sicherzustellen, dass dieses Ziel erreicht wird, veröffentlicht das Land im nächsten Jahr einen „Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025“, in dem Klimaschutzmaßnahmen sowie Klimaschutzanpassungsmaßnahmen, die zu einer Reduktion der Folgen des Klimawandels beitragen, enthalten sein werden. Die Maßnahmen und der Klimaschutzplan werden von einem wissenschaftlichen Konsortium erstellt, das von Akteuren aus Wirtschaft und Gesellschaft im Rahmen eines Beteiligungsverfahrens unterstützt wird.

<sup>2</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2016: 1

Ressourcen im Bereich Logistik und Mobilität haben einen großen Anteil am Energieverbrauch in Deutschland. Allein der Verkehrssektor hatte im Jahr 2014 mit 730 Terawattstunden (TWh) einen Anteil von 30 Prozent am Gesamtenergieverbrauch. Besonders bedenklich ist dabei, dass zu mehr als 90 Prozent Kraftstoffe aus Mineralöl eingesetzt wurden. Biokraftstoffe und Strom spielen bislang eine untergeordnete Rolle.

Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern<sup>1</sup>



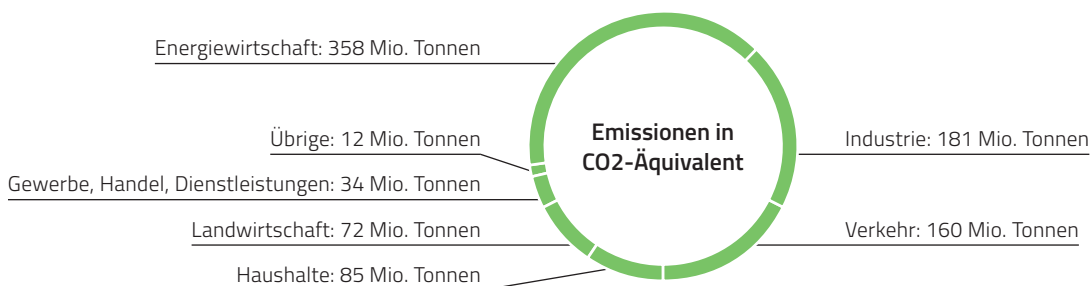
<sup>1</sup> vgl. *Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. 2015*

<sup>2</sup> vgl. *Umweltbundesamt 2015*

<sup>3</sup> vgl. *Statista 2016a*

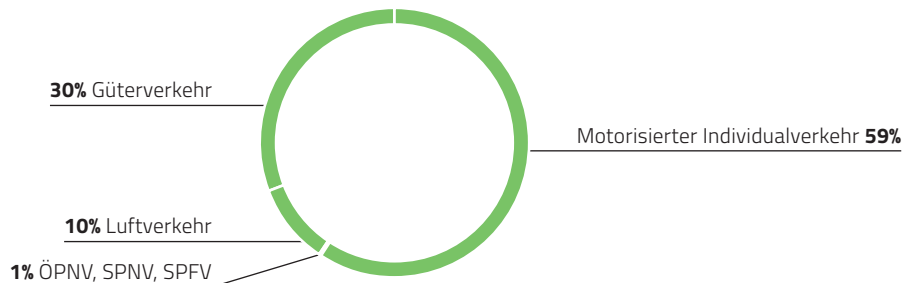
Der Sektor Verkehr emittiert mit 160 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> (2015: 161,9) rund 18 Prozent der deutschlandweiten Treibhausgasemissionen. Dabei ist der motorisierte Individualverkehr (59 Prozent) vor dem Güterverkehr (30 Prozent) und dem Luftverkehr (10 Prozent) der größten Verursacher. Insgesamt sind die Emissionen des Verkehrs im Vergleich zu 1990 sogar noch gestiegen (um 0,6 Prozent bis 2014) – anders als im Energie- oder Industriebereich.<sup>2</sup>

Treibhausgasemissionen in Deutschland 2014<sup>3</sup>



## Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland auf Verkehrsträger 2013<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Statista 2016b



Schlechter schneidet der Sektor Verkehr bei den Stickstoffoxid-Emissionen ab. Das Umweltbundesamt bezeichnet Stickstoffoxid, das vor allem aus KFZ-Abgasen stammt, mittlerweile als Schadstoff Nummer eins, da im Jahr 2014 an mehr als der Hälfte der Messstationen an stark befahrenen Straßen die Jahresmittelwerte über dem Grenzwert von 40 Mikrogramm (µg) pro Kubikmeter (m<sup>3</sup>) lagen. Stickstoffoxide sind unter anderem für die sommerliche Ozonbildung verantwortlich und haben negative Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum. Obwohl die Stickstoffoxid-Emissionen im Verkehrssektor sinken, so stellte er 2014 mit rund 500 Tausend Tonnen immer noch den größten Verursacher (40 Prozent) in Deutschland dar.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> vgl. Umweltbundesamt 2015

Der Schutz unserer Umwelt erfordert in Zukunft stärker denn je die Entwicklung und den Einsatz von umweltgerechten und ressourceneffizienten Logistik- und Mobilitätssystemen. Weiterhin muss das Bewusstsein eines jeden Einzelnen dafür sensibilisiert werden, welche Auswirkungen unser Handeln auf die Umwelt und somit unsere Zukunft hat.

## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Neue gesetzliche Regelungen

Um die Klimaschutzvorgaben zu erreichen, muss in erster Linie der Ausstoß von Treibhausgasen reduziert werden. Da dies häufig mit negativen Effekten für die Emittenten – etwa höhere Kosten – einhergeht, werden bis zum Jahr 2035 weitere neue gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Sicherlich steigt auch das Umweltbewusstsein in der Bevölkerung, eine wirkungsvolle Selbstverpflichtung erscheint jedoch nicht praktikabel. Es ist davon auszugehen, dass die neuen gesetzlichen Regelungen primär auf dem Verursacherprinzip beruhen. Dabei werden die Umweltkosten direkt auf das Produkt umgeschlagen. Es findet somit eine Internali-

sierung der Kosten statt, wie sie von der EU seit Jahren empfohlen wird. Weiterhin kann der Energieverbrauch reglementiert werden. Eine Möglichkeit ist ein CO2-Emissionskontingent. Was heute schon für Industrieunternehmen Realität ist, könnte in Zukunft auch auf jeden einzelnen Bürger übertragen werden. Dann stellt sich die Frage, wer sich CO2-Emissionen leisten kann und wer nicht. So könnte ein neuer Markt entstehen.

**„Das CO2-Budget für Unternehmen und Bürger wäre das Beste. Natürlich hätten Bürger und Unternehmen dann die Freiheit zu entscheiden, auf welche Weise sie den Ausstoß jedes Jahr vermindern wollen. Ob das so geht, müsste ermittelt werden. Falls das möglich wäre, würde das eine unglaubliche Dynamik und Innovation auslösen, um klimafreundliche Verfahren für die Zukunft zu entwickeln.“**

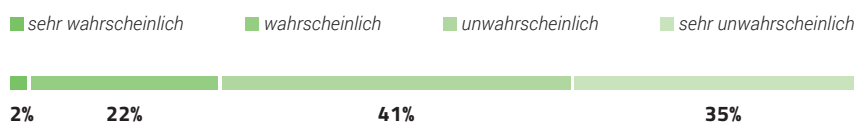
*Ulrich Caspar, MdL Hessen, CDU<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Für die Experteninterviews sind je ein Abgeordneter bzw Abgeordnete der im Verkehrsausschuss des Hessischen Landtages vertretenen Fraktionen am 24. Mai und 13. Juni mit der Bitte um ein Gespräch angeschrieben worden. Geantwortet haben Ulrich Caspar (CDU) und Karin Müller (Bündnis 90 / Die Grünen)

## 2035: „Jeder Bürger erhält ein persönliches, handelbares Emissionskontingent für CO2.“



Experten-Einschätzung

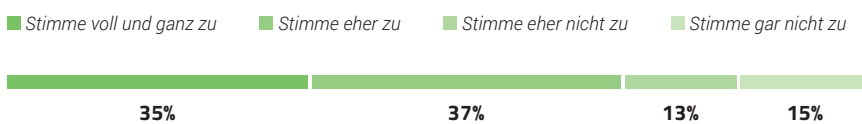


N = 165



Die Zukunftsthese, dass jeder Bürger ein persönliches Emissionskontingent für CO<sub>2</sub> erhält, halten lediglich 24 Prozent für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich. Dies hängt sicherlich auch damit zusammen, dass die Ermittlung der privaten CO<sub>2</sub>-Emission eine sehr komplexe Systematik erfordern würde.

## 2035: „Ich bin bereit, eine Abgabe zu zahlen, wenn ich mein CO<sub>2</sub>-Kontingent ausgeschöpft habe und mehr CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursache.“



N = 299



Bürger-Einschätzung

**Die Meinungen zu den persönlichen CO<sub>2</sub>-Kontingenten im Jahr 2035 gehen zwischen Experten und Bürgern stark auseinander. Die Bürger sind dafür bereit, die Experten halten sie für unwahrscheinlich.**

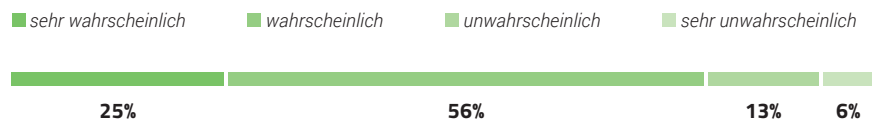
*Ergebnis Online-Befragung*

Interessant ist, dass 72 Prozent der befragten Bürger in 2035 bereit wären, sogar eine höhere Abgabe zu zahlen, wenn ihr CO<sub>2</sub>-Kontingent ausgeschöpft ist und ein zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursacht wird. Auf der anderen Seite wollen auch 77 Prozent der Befragten belohnt werden, wenn sie ihr CO<sub>2</sub>-Kontingent nicht ausschöpfen.

## 2035: „Der Gesetzgeber gibt standardisierte Emissionsmessverfahren und Emissionsreportings für alle Unternehmen vor.“



Experten-Einschätzung



N = 167

Um die CO<sub>2</sub>-Emission von Emittenten vergleichbar zu machen, ist ein standardisiertes Messverfahren nötig. Neben der Ermittlung der Daten ist auch deren einheitliche Weiterleitung beziehungsweise Veröffentlichung gefordert. Dies wird von den Experten bestätigt. So wird die Zukunftsthese, dass der Gesetzgeber standardisierte Emissionsmessverfahren und Emissionsreportings für alle Unternehmen vorgibt, von 56 Prozent als wahrscheinlich und sogar von 25 Prozent der Befragten als sehr wahrscheinlich bewertet.

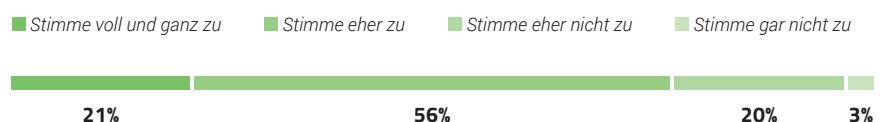
Neben der Funktion des Monitorings von Emissionen können standardisierte Emissionsmessverfahren und Emissionsreportings auch zur Steuerung von Geschäftsprozessen eingesetzt werden. Im Rahmen der Zukunftswshops wurde die Verwendung der so gewonnenen Daten für eine „ökologische Prozesssteuerung“ angeregt.

Der Bürger als Konsument von Waren trifft seine Kaufentscheidung aufgrund multipler Kriterien. Für knapp 80 Prozent (21 Prozent stimmen voll und ganz zu, 56 Prozent stimmen eher zu) der Befragten der Bürgerumfrage spielt dabei die Umweltfreundlichkeit des Produkts eine genauso große Rolle wie der Preis. Daher ist es nicht ver-

## 2016: „Mir ist beim Kauf eines Produktes dessen Umweltfreundlichkeit genauso wichtig wie der Preis.“

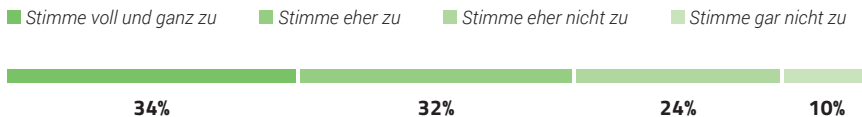


Bürger-Einschätzung



N = 301

## 2016: „Ich möchte auf allen Produktetiketten erkennen, wieviel CO2 durch die Herstellung und den Transport verursacht wurde.“



N = 298

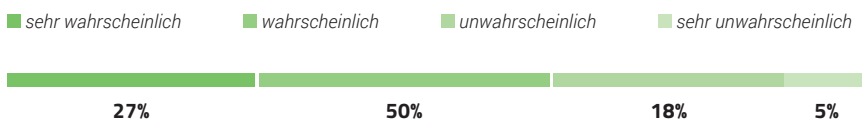


Bürger-Einschätzung

wunderlich, dass auch 66 Prozent der befragten Bürger (34 Prozent stimmen voll und ganz zu, 32 Prozent stimmen eher zu) auf den Produktetiketten erkennen möchten, wie viel CO<sub>2</sub> durch die Herstellung und den Transport verursacht wurde.

Diese Aussage wird von der Einschätzung der Experten bezüglich der Zukunftsthese bestätigt, dass im Jahr 2035 der ökologische Fußabdruck (CO<sub>2</sub>-Ausstoß) der Herstellung und des Transports auf allen Endprodukten verbindlich ausgewiesen werden muss. So halten diese These 77 Prozent der Experten für wahrscheinlich (50 Prozent) oder sehr wahrscheinlich (27 Prozent).

## 2035: „Der ökologische Fußabdruck (CO2-Ausstoß) der Herstellung und des Transports ist auf allen Endprodukten verbindlich ausgewiesen.“



N = 167



Experten-Einschätzung

Die Wirksamkeit sowie die technische Machbarkeit der Ausweisung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes über die gesamte Wertschöpfungskette eines Produkts hinweg wurde von den Experten im Zukunftsworkshop angezweifelt. Eine wesentlich effektivere Maßnahme wurde in der Internalisierung der Umweltkosten zum Beispiel in Form einer CO<sub>2</sub>-Steuer gesehen.

**TREND 2: Saubere Technik**

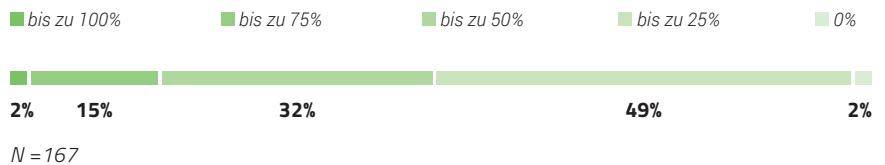
Eine Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen kann entweder durch die Reduzierung des Energieverbrauchs oder durch die Nutzung von Energie aus regenerativen Quellen erreicht werden. Neben einer Prozessoptimierung zur Eliminierung von Energieverschwendung sind die Entwicklung und der Einsatz von innovativen technischen Lösungen in der Zukunft besonders erfolgsversprechend. Da heute ca. 30 Prozent des Energieverbrauchs dem Verkehrssektor zugerechnet werden kann, sind hier die Einsparpotenziale besonders hoch. Ein großer Hoffnungsträger bis zum Jahr 2035 ist die flächendeckende Nutzung von Elektromobilität. Generell wird sich die Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte sowie smart devices und neuer Geschäftsmodelle mit der Zielsetzung einer CO2-Reduzierung weiter beschleunigen. Als Beispiele für solche Entwicklungen sind die Weiterentwicklung von Flugzeugen mit Elektromotor, der Einsatz neuer Werkstoffe bei der Entwicklung von Fahrzeugen oder das eRouting zur Energieeinsparung zu nennen.

Mehr als 80 Prozent der befragten Experten sehen für das Jahr 2035 den Anteil der straßengebundenen Transport- und Verkehrsmittel, die emissionsfreie Antriebstechnologien nutzen, bei bis zu 50 Prozent.

## 2035: „Wie hoch ist der Anteil der straßengebundenen Transport- und Verkehrsmittel, die emissionsfreie Antriebstechnologien nutzen?“



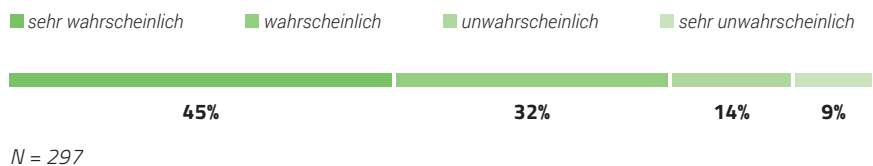
Experten-Einschätzung



## 2035: „Ich habe mir ein alternativ angetriebenes Auto ohne Verbrennungsmotor gekauft.“



Bürger-Einschätzung



Diese Aussage wurde im Rahmen der Bürgerbefragung sogar noch übertroffen. So haben 77 Prozent der Befragten (45 Prozent sehr wahrscheinlich, 32 Prozent wahrscheinlich) angegeben, sich im Jahr 2035 ein alternativ angetriebenes Auto ohne Verbrennungsmotor gekauft zu haben.

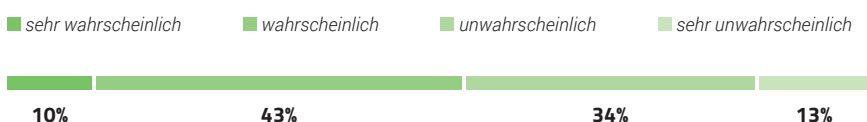
## 77 Prozent der befragten Bürger haben sich bis 2035 ein alternativ angetriebenes Auto ohne Verbrennungsmotor gekauft.

*Ergebnis Online-Befragung*

Unternehmen streben nach Unabhängigkeit bei der Deckung ihres Energiebedarfs. Die größte Unabhängigkeit schafft die Eigenproduktion, indem so die Unsicherheiten von Verfügbarkeit und Marktpreisschwankungen zu umgehen versucht werden. Dies gilt insbesondere für Unternehmen in Logistik und Mobilität, wenn sie zunehmend auf strombasierte Antriebstechnologien umsteigen. Allerdings sind solche autarken Konzepte heute oft noch nicht wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben, da die Preise auf dem Energiemarkt zu niedrig sind.

In Bezug auf die Energieproduktion wird die Zukunftsthese, dass Unternehmen einen Großteil ihres Energiebedarfs autark auf ihrem Betriebsgelände produzieren (etwa mit Solarparks auf Freiflächen von Flughäfen), von den Experten indifferent bewertet. So halten diese These 10 Prozent für sehr wahrscheinlich und 43 Prozent für wahrscheinlich. Dagegen sehen diese Entwicklung 34 Prozent als unwahrscheinlich und 13 Prozent sogar als sehr unwahrscheinlich.

## 2035: „Unternehmen decken einen Großteil ihres Energiebedarfs autark auf ihrem Betriebsgelände (etwa mit Solarparks auf Freiflächen von Flughäfen).“



N = 167



*Experten-Einschätzung*

**TREND 3: Umweltschutz als Unternehmensstrategie**

Der hohe Stellenwert, den Umweltschutz und Nachhaltigkeit in unserer Gesellschaft einnehmen, wird dazu führen, dass sich diese Themen bis 2035 noch stärker in den Unternehmenszielen widerspiegeln.

**„Nachhaltigkeit ist die DNA unseres derzeitigen und zukünftigen Handelns bei Alnatura. Wir sind bestrebt, verbindliche Rahmenbedingungen für unsere Partner in der Lieferkette zu schaffen.“**

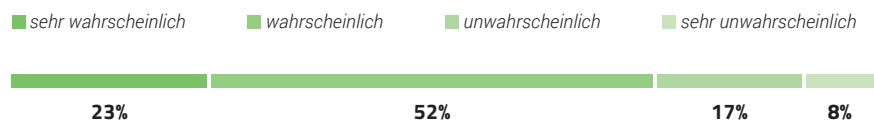
*Klaus Böhmer, Bereichsverantwortlicher Logistik, Alnatura Produktions- und Handels GmbH*

In Bezug auf die zuvor beschriebenen Trends der Verschärfung der Umweltschutzgesetzgebung sowie der hohen Relevanz der Nachhaltigkeit von Produkten für die Kaufentscheidung wird die Berücksichtigung von Umweltaspekten bei unternehmerischen Entscheidungen fast zwingend notwendig werden. Die Zukunftsthese, dass im Jahr 2035 der Beitrag zur Energiewende ein maßgeblicher Teil der Unternehmensstrategie ist, wird von dreiviertel der befragten Experten als wahrscheinlich (51 Prozent) und sehr wahrscheinlich (23 Prozent) bewertet.

**2035: „Der Beitrag zur Energiewende ist maßgeblicher Teil der Unternehmensstrategie.“**



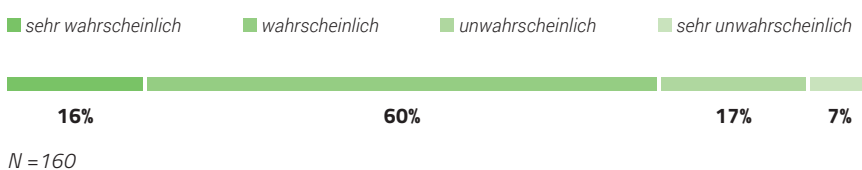
Experten-Einschätzung



N = 167

Jedes Unternehmen kann einen enormen eigenen Betrag zum Umweltschutz leisten. Doch die Wertschöpfungsketten in Logistik und Mobilität werden oftmals integrativ von mehreren Unternehmen gemeinsam gestaltet. So sind die Optimierungspotenziale in einer isolierten Betrachtung eines Unternehmens oftmals stark begrenzt. Einer unternehmensübergreifenden und kooperativen Herangehensweise steht das Risiko der Preisgabe von vertraulichen Informationen an Kunden, Lieferanten und Wettbewerbern gegenüber.

## 2035: „Wettbewerber in der Supply Chain müssen kooperieren, um Umweltschutzvorgaben einhalten zu können (etwa durch die gemeinsame Nutzung von Transportmitteln / Infrastruktur, Frachtkonsolidierung, Forschung und Entwicklung).“



Experten-Einschätzung

Die befragten Experten sehen in einer Kooperation überwiegend eine Chance. So wird die Zukunftsthese, dass Wettbewerber in der Supply Chain kooperieren müssen, um Umweltschutzvorgaben einhalten zu können (etwa durch die gemeinsame Nutzung von Transportmitteln/Infrastruktur, Frachtkonsolidierung, Forschung und Entwicklung) von Dreiviertel als sehr wahrscheinlich (16 Prozent) und wahrscheinlich (60 Prozent) bewertet.

**„In Deutschland gehen Risiken vor allem von Stürmen, extremer Hitze und Trockenheit, Starkniederschlägen und damit häufig einhergehenden Überschwemmungen aus.“**

*Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016*

**TREND 4: Zunahme von Extremwetterereignissen**

Der Klimawandel wird trotz der ehrgeizigen Ziele zur Emissionsreduzierung weiter voranschreiten. Sowohl Hochwasser in Folge von Starkregen mit Überschwemmungen wie auch Trockenperioden mit starken Hitzebelastungen strapazieren Mensch und Technik gleichermaßen. Dies hat auch Auswirkungen auf die nationalen und internationalen Transportketten. Durch die hochgradige Vernetzung der verschiedenen Verkehrsträger sowie die mehrmalig gebrochenen Transportketten kommt es häufiger zu einem Systemausfall als bisher.

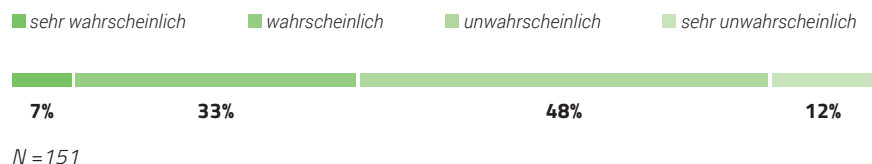
Im Sinne einer hohen Resilienz gegenüber Störungen ist die frühzeitige Ermittlung von redundanten Lösungen eine Herausforderung in der Zukunft. Als größtes Risiko ist die temporäre Blockierung von Verkehrswegen, beispielsweise durch umgestürzte Bäume auf Schienen oder Überschwemmungen von tiefgelegenen Stellen im Straßennetz, zu sehen. Darüber hinaus können auch bestimmte Verkehrswege über einen längeren Zeitraum nicht nutzbar sein. Dies trifft in erster Linie für die Binnenschifffahrt in Hessen zu, da die Wasserstraßen sowohl bei zu viel als auch zu wenig Wasser in ihrer Nutzung eingeschränkt sind. Weniger betroffen sind Schifffahrtswege wie der Main, dessen Wasserstand durch Staustufen reguliert werden kann.

Die befragten Experten stimmten der Zukunftsthese, dass Hessens Wasserstraßen in 2035 über weite Teile des Jahres wegen Niedrigwassers nicht schiffbar sind, nur zu 40 Prozent zu. Dabei bewerten die Experten die These zu 48 Prozent als unwahrscheinlich und 13 Prozent als sehr unwahrscheinlich.

## 2035: „Hessens Wasserstraßen sind über weite Teile des Jahres wegen Niedrigwassers nicht schiffbar.“



Experten-Einschätzung



Die auf Basis der aktuellen Entwicklungen mit Einfluss auf Logistik und Mobilität sowie der Ergebnisse aus der Experten- sowie der Bürgerbefragung abgeleiteten Trends des Handlungsfelds „Energie und Klimawandel“ können nicht isoliert betrachtet werden. Sie haben einen unmittelbaren Einfluss auf die Trends der anderen Handlungsfelder. Dies ist insbesondere bei den Trends der vier anwendungsorientierten Handlungsfelder zu beachten.



## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

### CO2-freie Städte

Das Weißbuch Verkehr der EU empfiehlt, von 2030 an die Zentren der großen Städte zu emissionsfreien Umweltzonen zu erklären. Die ersten Metropolen haben sich dieses Ziel bereits zu eigen gemacht: In Amsterdam soll der öffentliche Nahverkehr ohne Abgase fließen. Deshalb hat die Stadt angefangen, E-Taxis für den Shuttleservice vom Flughafen bis zur Innenstadt einzusetzen. Dort können die Kunden das Fahrrad und den Öffentlichen Personennahverkehr nutzen. Oslo setzt ebenfalls auf emissionsfreien Verkehr: Bis 2020 sollen die Busse, nach Möglichkeit aber auch alle Fahrzeuge im Eigentum der Kommune, Null-Emissionsfahrzeuge sein. Norwegen will das erste CO2-neutrale Land der Welt sein, Indien hat sich dieses Ziel ebenfalls gesteckt.

### Elektrische Lastwagen (ENUBA 2)

Der wachsende Güterfernverkehr auf europäischen Autobahnen stellt eine besondere Herausforderung auch für den Klimaschutz dar. Mit dem Projekt „ENUBA 2“, das Teil des Leuchtturms „Elektromobilitätskonzepte“ der Bundesregierung ist, soll der Grundstein für ein neuartiges, ökologisch orientiertes Güterverkehrskonzept gelegt werden. Damit können erhebliche Beiträge zur Reduzierung der verkehrsbedingten Emissionen geleistet werden.

Bisherige Studien und Versuche haben gezeigt, dass das Konzept das Potenzial besitzt, bereits mittelfristig eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Lösung für den schweren Straßengüterverkehr zu liefern. Es gilt nun, die erprobte Technik in Richtung Serienproduktion weiterzuentwickeln. Es ist zu vermuten, dass ein wirtschaftlicher Einsatz bei hohen Infrastrukturkosten nur auf Hauptstrecken mit hohem Güteraufkommen möglich ist.



▲ © Jürgen Fälchle / Fotolia



◀ © [www.siemens.com/presse](http://www.siemens.com/presse)

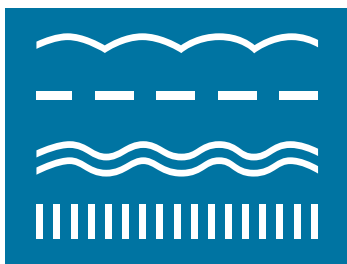


▲ © visdia / Fotolia



▲ © Nomadsoul1 / iStock

**GLEC**  
GLOBAL  
LOGISTICS  
EMISSIONS  
COUNCIL



LED BY SMART FREIGHT CENTRE

▲ © Smart Freight Centre

### Erneuerbare Energien

Seit der Einführung des EEG (2000, Novellierung 2014) ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland von sechs Prozent auf 32,6 Prozent gestiegen. Mit dem Fernziel, die globale Wirtschaft bis zum Jahrhundertende emissionsfrei zu machen und den Klimazielen, wie sie in Kyoto formuliert und von der EU und den Mitgliedsstaaten verabschiedet worden sind (90 Prozent Reduzierung der Treibhausgase im Vergleich zu 1990), kommt der Energie von Sonne, Wind und Wasser große Bedeutung auch für den Verkehr zu. Bis zum Jahr 2025 sollen 40 bis 45 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien produziert werden, bis zum Jahr 2035 sollen es 55 bis 60 Prozent sein.

### Elektroantriebe im Straßenverkehr

Mit der Energiewende und der Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Quellen ist die Verkehrswende verbunden. Strom aus Wind-, Sonnen- oder Wasserenergie kann entweder direkt in Batterien von Fahrzeugen gespeichert oder aber mit Power-to-Liquid- beziehungsweise Power-to-Gas-Verfahren in Wasserstoff gespeichert werden. Busse mit Brennstoffzellen (Wasserstoff) fahren heute in Hamburg, Köln und Stuttgart im regulären Linienbetrieb. Langfristig soll Wasserstoff auch Energieträger für Flugzeug- und Schiffsantriebe sein.

### Global Logistics Emission Council (GLEC)

Multinationale Unternehmen, Verbände und Industrieinitiativen haben 2014 das Global Logistics Emissions Council (GLEC) gegründet. Unter Leitung des Smart Freight Centers, das ein Jahr zuvor als Non-Profit-Organisation mit dem Ziel gegründet worden ist, den weltweiten Frachtverkehr effizienter und weniger umweltwirksam zu gestalten, versteht sich GLEC als globale Plattform der Industrie, um eine vereinheitlichte Messung von Emissionen zu entwickeln und anzuwenden. Als Forschungspartner ist unter anderem das Fraunhofer IML involviert. Mit der Initiative soll die Lücke geschlossen werden, die heute angesichts unterschiedlicher Methoden zur GHG-Messung noch besteht. Um dieses Ziel zu erreichen, kooperiert GLEC mit der Wissenschaft, Nichtregierungsorganisationen und anderen Interessenvertretern im Bereich Logistik.

### Personal Carbon Trading

Der Wandel hin zu einer dekarbonisierten Wirtschaft wird über Innovationen und Regulierungen allein nicht gelingen – darauf haben viele Experten immer wieder hingewiesen. Notwendig sind auch neue Verhaltensmuster: Um diesen Wandel auch im eigenen Lebensstil zu fördern, arbeiten in Großbritannien und Australien die so genannten Craggers: Mitglieder der Carbon Rationing Action Groups (CRAGs), die durch persönlich beispielhaftes Verhalten den Kohlendioxidausstoß reduzieren und ihr Umfeld ermutigen, gleiches zu tun. In diesem Zusammenhang ist die Personal Carbon Allowance Card entwickelt worden – Kunden kaufen über diese Karte Energie für ihre Tätigkeiten. Wer Energie spart, wird belohnt, wer mehr nutzt, muss für die Verschmutzung zahlen.

### Graphene / OLED

Mit der Entwicklung von Graphene auf Basis von Carbon steht Wirtschaft und Wissenschaft ein so genanntes Wundermaterial zur Verfügung, das eine Vielzahl an Anwendungen in den unterschiedlichsten Bereichen ermöglicht – etwa den Bau leichter und sehr leistungsstarker Batterien, die in deutlich kürzerer Zeit aufgeladen werden können und die Reichweite von Elektrobussen und -autos vervielfachen. Das Material soll eingesetzt werden etwa für die Produktion von organischen Solarzellen, für Sensoren und biegbare Smartphones. Die EU hat angesichts der Möglichkeiten des Materials das Graphene Flagship gegründet, eine Forschungsinitiative, der 150 Forschungsgruppen in 23 Staaten angehören. Das Graphene Flagship hat einen Etat von einer Milliarde Euro. Etabliert haben sich inzwischen so genannte OLEDs. Das sind Leuchtdioden einer neuen Generation auf Basis organischer, halbleitender Materialien. Im Gegensatz zu herkömmlichen LEDs sind sie ebenfalls biegsam und lassen sich vielfältig einsetzen – von großen Bildschirmen über kleinere Displays bis hin zu transparenten Oberflächen.



▲ © Rawpixel.com / Shutterstock



▲ © bonninturina / Fotolia

## 3.3 / LOGISTIK, MOBILITÄT UND GESELLSCHAFT

*Im gesellschaftlichen Zusammenhang darf die digitale Transformation nicht ausschließlich als Prozess verstanden werden, menschliche Arbeitskraft zu ersetzen, sondern auch als Hebel für mehr Effizienz und Innovation.*

*Dabei geht es um die Erkenntnis, wie die Technologien der Zukunft die Prozesse beeinflussen und wie die Qualifikationen der Menschen für die Zukunft angepasst werden sollten.*



## Einführung

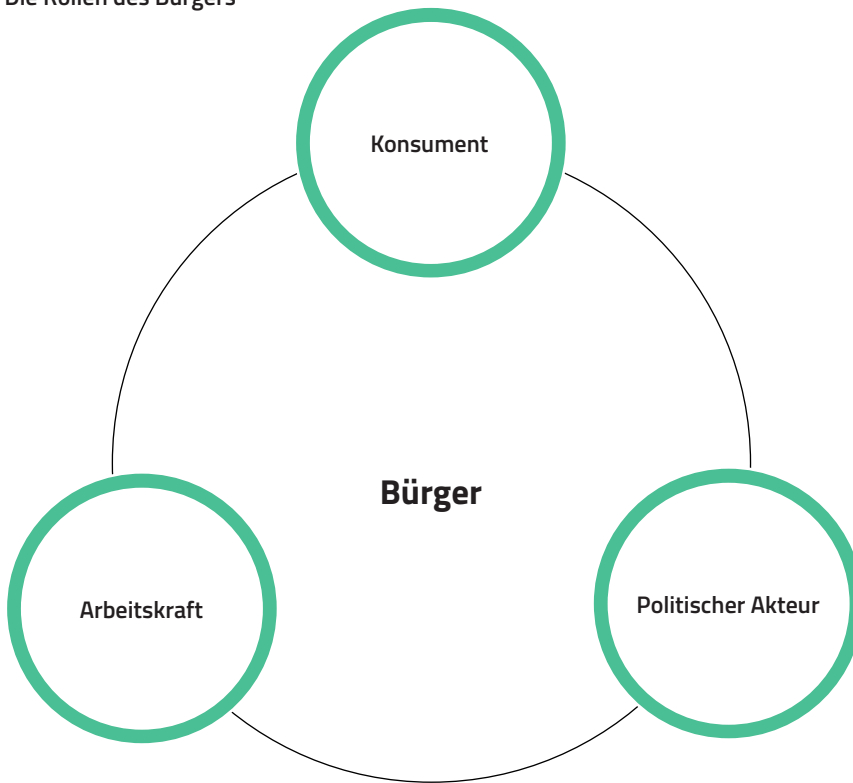
Logistik und Mobilität bewegen sich im gesellschaftlichen Spannungsfeld: Der Bürger tritt als Kunde, Arbeitskraft und politischer Akteur auf. Er bringt den Branchen die Akzeptanz entgegen, bestimmt als Nachfrager das Marktgeschehen und engagiert sich in Initiativen, Arbeitsgruppen und Interessengemeinschaften; er ist schließlich Wähler auf kommunaler, Landes- oder Bundesebene.

Als Kunde bestimmt der Bürger über sein Konsumverhalten zur Befriedigung individueller Bedürfnisse den Absatz und durch Verlangen nach Neuerung die nötige Innovation in Produkten und Dienstleistungen. Beeinflusst von weichen Faktoren wie Gesundheit, Nachhaltigkeit und soziales Umfeld, aber auch von technologischem Fortschritt, hoher Wettbewerbsdichte und Preissensibilität, übt der Bürger mit seinen individuellen Kaufentscheidungen kontinuierlich einen Innovationsdruck auf die Anbieterseite aus. Die aus vielfältigen Entwicklungen resultierenden Kundenbedürfnisse müssen immer rascher, immer genauer erfasst und in Handlungen übersetzt werden, um den Markt mit neuen oder angepassten Angeboten erfolgreich zu bedienen.

Als Arbeitskraft in Arbeitnehmerschaft oder in selbstständiger Rolle leistet der Bürger mit seinen Qualifikationen einen Beitrag zur Effektivität und Effizienz im Unternehmen, im Idealfall wirkt er mit seinen Talenten bei Innovationen mit. Trotz der digitalen Transformation und zunehmender Automatisierung der Prozesse wird bis 2035 vermutlich keine vollständige Enthumanisierung der Arbeit stattfinden, die Qualifikationsprofile werden sich jedoch in diesem Kontext wandeln. Auch wird der Arbeitsplatz der Zukunft vor zahlreichen Herausforderungen stehen: Spezialisierung oder Mischqualifikation, neue Modelle in der Human-Ressource-Politik, Talent- und betriebliches Gesundheitsmanagement.

Als politischer Akteur will der Bürger an Entscheidungen beteiligt werden. Er beeinflusst mit seiner Einstellung den Erfolg beispielsweise großer Infrastrukturprojekte mit und tritt als Vertreter einer Interessengemeinschaft auf. Die frühzeitige Bürgerbeteiligung mit Information und Transparenz über Vorhaben kann mit über den Fortgang von Projekten entscheiden. Gerade hier muss sensibel abgewogen werden, um auf der einen Seite zu informieren und mitgestalten zu lassen, auf der anderen Seite aber auch Entscheidungen zum Wohle beispielsweise einer Stadt zu treffen. In diesem Kontext sind Branchenimage und das Akzeptanzrisiko besonders wichtig.

## Die Rollen des Bürgers

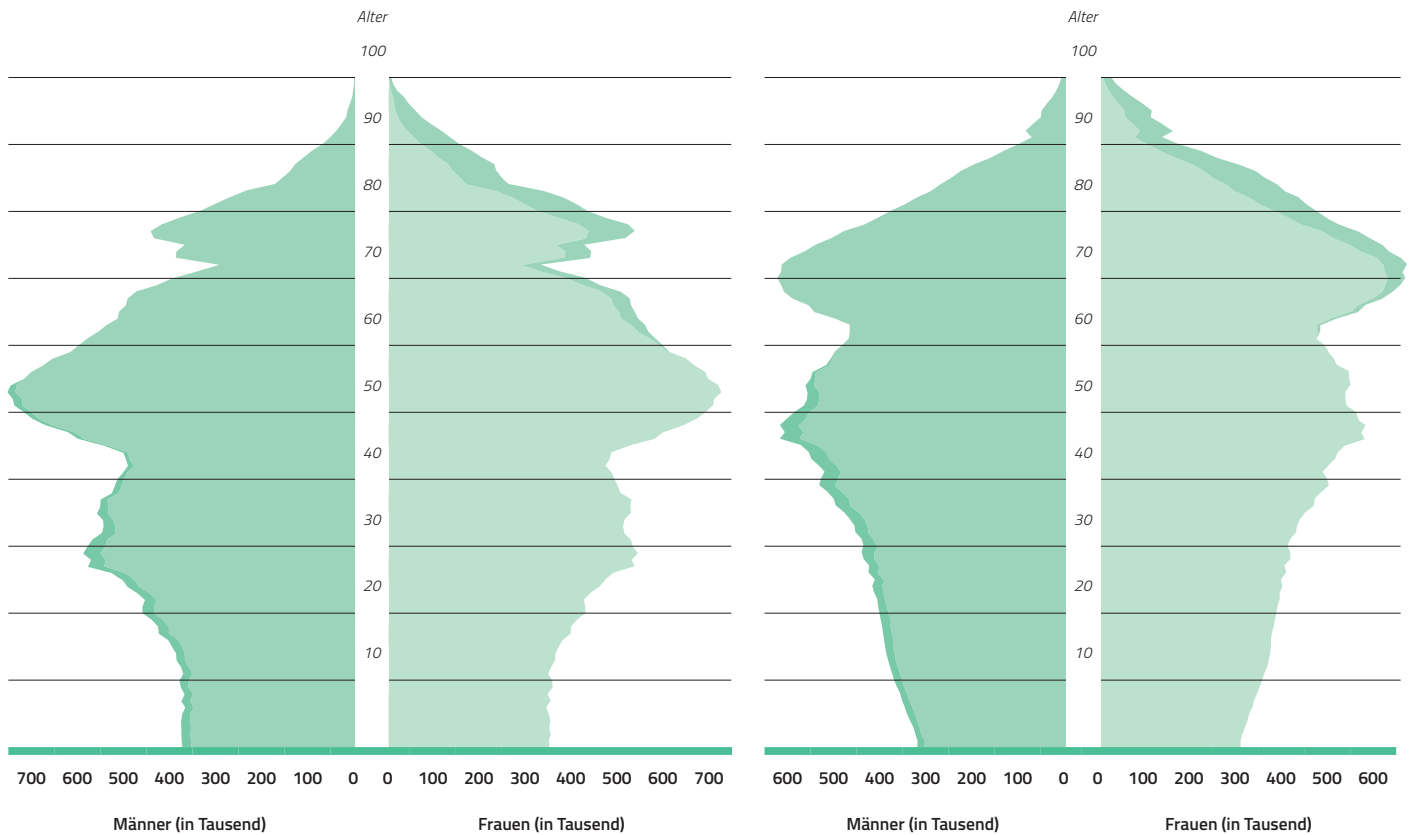


Die gesellschaftlichen Entwicklungen stellen die Logistik und Mobilität vor neue Herausforderungen und Chancen. Umgekehrt wirken sich die Branchen Logistik und Mobilität zunehmend auf die Lebensumwelt der Gesellschaft aus, und zwar sowohl positiv (zum Beispiel immer schnellere Versorgung und Reiseketten) wie auch negativ (zum Beispiel Umweltbelastung und Stau).

Die Alterung der Bevölkerung nimmt zu. Die Anzahl der Menschen in Deutschland, die älter als 67 Jahre sind, wird bis zum Jahr 2040 voraussichtlich auf mindestens 21,5 Millionen steigen. Sie wird damit um 6,3 Millionen oder um 42 Prozent höher sein als der Anteil dieser Bevölkerungsgruppe im Jahr 2013 (15,1 Millionen). Auch die Zuwanderung wirkt dem voraussichtlich nicht entgegen.<sup>1</sup> Damit liegt das Szenario im Betrachtungszeitraum dieser Studie und hat natürlich Auswirkungen auf Hessen. Ein ähnliches Bild vermitteln die nachfolgenden Bevölkerungspyramiden für das Jahr 2035 im Vergleich zu 2016<sup>2</sup>: 30 Prozent der Bevölkerung fallen in der Zukunft in die Gruppe der über 65-Jährigen, derzeit sind es 21 Prozent.

<sup>1</sup> vgl. Statistisches Bundesamt 2016c

<sup>2</sup> vgl. Statistisches Bundesamt 2015

Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland 2016<sup>1</sup> (links) und 2035 (rechts)

<sup>1</sup> vgl. Statistisches Bundesamt 2015b;  
Statistisches Bundesamt 2016c

Mit zunehmender Alterung der Gesellschaft und der Tendenz zum Mobilitätsbedürfnis bis ins hohe Alter – auch durch eine längere Lebensarbeitszeit und kürzere Rentenphase – verstärkt sich die Forderung nach gesundheitsorientierten und altersgerechten Mobilitätsangeboten. Mobilität bleibt die Voraussetzung für die Teilhabe am sozialen und ökonomischen Leben. Die demographischen Entwicklungen stellen Anforderungen an Lösungen im Individualverkehr wie auch im ÖPNV und Fernverkehr der Zukunft. Dafür muss insbesondere die Mobilitätsbranche zusammen mit Technologieunternehmen, Infrastrukturbetreibern und Kommunen anpassungsfähige Verkehrsmittel, Dienstleistungen und Rahmenbedingungen entwickeln.

Neben Gesundheit und demografischem Wandel sind auch andere gesellschaftliche Trends relevant, insbesondere die Digitalisierung und Technologisierung der Gesellschaft. Beispielsweise lag der Digitalisierungsgrad 2014 in der deutschen Bevölkerung erst bei 40 Prozent und hat damit noch viel Potenzial, um bis 2035 weiter zu steigen. Für viele Innovationen wie Wearable Computing fehlt derzeit noch die Akzeptanz, und das mobile Bezahlen wird ebenfalls erst von fünf Prozent der Kunden genutzt.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> vgl. PricewaterhouseCoopers 2014: 5



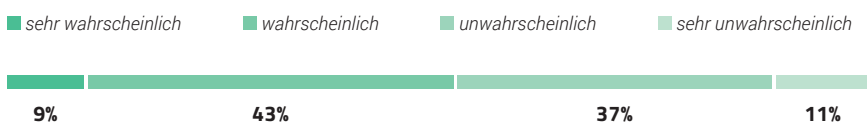
## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Arbeitsplatz der Zukunft

Mit zunehmender Digitalisierung, insbesondere mit der Transformation zur Automatisierung sowie neuen Formen der Kommunikation, Informationsgewinnung und -verarbeitung, ändern sich die Ansprüche an die Arbeitsplatzgestaltung. Dies bezieht sich sowohl auf den Wandel des physischen Arbeitsplatzes als auch die geforderten Fähigkeiten der Arbeitskraft der Zukunft. Veränderte Qualifikationen in einer digitalisierten Arbeitswelt sind gefragt. Der Trend geht zur Entwicklung neuer Qualifikationsprofile und Stellenbeschreibungen für die Arbeitskraft von morgen. Neue Aus- und Weiterbildungskonzepte müssen entwickelt werden, hierfür die Vernetzung zwischen aus- und weiterbildenden Institutionen wie Hochschulen oder Bildungsinstituten und Unternehmen ausgebaut werden. Beispielsweise können so neue duale Studiengänge entwickelt oder Weiterbildungsprogramme zur Anpassung der Qualifikationen im Unternehmen aufgesetzt werden. In diesem Zusammenhang kann erörtert werden, ob die Arbeitskräfte der Zukunft hochspezialisiert oder eher generalistisch über Berufssparten hinweg ausgebildet werden sollten.

Die Frage nach der Eintrittswahrscheinlichkeit von Mischqualifikationen hat ergeben, dass es sich um ein noch umstrittenes Thema handelt. Rund 52 Prozent der Befragten stimmen zu (sehr wahrscheinlich oder wahrscheinlich), dass aufgrund komplexer und oft wechselnder Tätigkeitsfelder Arbeitnehmer mit Mischqualifikationen (zum Beispiel Buchhalter und Trucker) 2035 besonders gefragt sind.

## 2035: „Aufgrund komplexer und oft wechselnder Tätigkeitsfelder sind Arbeitnehmer mit Mischqualifikationen (zum Beispiel Buchhalter und Trucker) besonders gefragt.“



N = 160



Experten-Einschätzung

In einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt mit hohem Qualifikationsanspruch und dem Ersatz der menschlichen Arbeitskraft durch technische Systeme dürfen jedoch Menschen, die für diese Entwicklung nicht ausreichend qualifiziert sind, nicht unberücksichtigt bleiben. Die Frage ist, was mit den Arbeitsplätzen passiert, die wegfallen oder nicht mehr zur technischen Systemkontrolle benötigt werden. „Nicht alles, was technisch möglich ist, ist human. Es muss auch an die Arbeitsplatzzerhaltung gedacht werden“, könnte hier die sozial nachhaltige Schlussfolgerung sein, die den Faktor Mensch in den Vordergrund rückt (Zitat Stadtrat Detlev Bendel, Landeshauptstadt Wiesbaden). Es müssen Konzepte entwickelt werden, wie die Arbeitskraft erhalten bleiben kann und welche Rahmenbedingungen für Weiterbildung und Qualifikationsanpassung nötig sind. Es ist auch die Frage, inwieweit einzelne Bereiche technologisiert werden müssen oder können. In diesem Zusammenhang impliziert Ubimax, ein Wearable Computing-Unternehmen, dass in der künftigen Entwicklung nicht unbedingt der Druck besteht, alles zu automatisieren, sondern die Arbeitskraft Mensch durch Technologie effizienter werden kann: „Die beiden großen Trends der digitalen Logistik der Zukunft sind Vollautomatisierung durch humanoide Robotik und Human-Machine-Interface durch Wearable Computing, wobei sich diese Trends gegenläufig bedingen. Je effizienter der Faktor Mensch durch Wearable Computing, zum Beispiel Smart Glasses, wird, desto geringer ist der Druck zur Vollautomatisierung.“

## 70 Prozent der Experten geben an, dass es 2035 keine vollständige Enthumanisierung der Arbeitswelt gegeben hat.

*Ergebnis Online-Befragung*

Die meisten Befragten gehen davon aus, auch in Zukunft nachgefragte Arbeitskräfte zu sein. 70 Prozent geben mit sehr wahrscheinlich oder wahrscheinlich an, dass es 2035 keine vollständige Enthumanisierung der Arbeitswelt gegeben haben wird und dass aufgrund des verschärften Fachkräftemangels die Arbeitnehmer weiter umworben sein werden und attraktive Arbeitsbedingungen werden fordern können.

## Trend



Experten-Einschätzung

Szenario 1:

„Aufgrund des verschärften Fachkräftemangels sind die Arbeitnehmer sehr umworben und können attraktive Arbeitsbedingungen fordern.“

Szenario 2:

„Es hat eine Enthumanisierung der Arbeitswelt stattgefunden und Maschinen ersetzen die menschliche Arbeitskraft.“

N = 154

**„Die beiden großen Trends der digitalen Logistik der Zukunft sind Vollautomatisierung durch humanoide Robotik und Human-Machine-Interface durch Wearable Computing, wobei sich diese Trends gegenseitig bedingen. Je effizienter der Faktor Mensch durch Wearable Computing – zum Beispiel Smart Glasses – wird, desto geringer ist der Druck zur Vollautomatisierung.“**

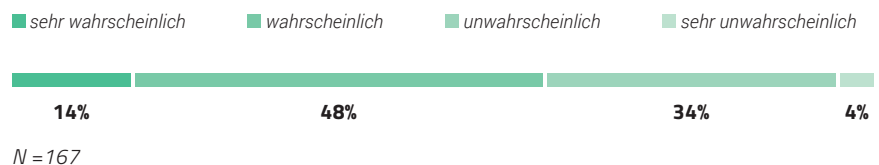
*Jan Junker, Chief Commercial Officer, Ubimax GmbH*

Die Frage nach der künftigen Arbeitsplatzgestaltung hat auch ergeben, dass Freizeit und Arbeit zunehmend verschwimmen. Rund 62 Prozent der befragten Experten stimmen zu, dass sich der Trend fortsetzen wird, dass durch Digitalisierung die festen Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit aufgehoben werden. Hessens Arbeitskräfte pendeln nicht zu festen physischen Arbeitsplätzen, sondern arbeiten flexibel in virtuellen Teams und Co-Working-Zentren.

## 2035: „Durch Digitalisierung sind die festen Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit aufgehoben: Bürger pendeln nicht zu festen physischen Arbeitsplätzen, sondern arbeiten flexibel in virtuellen Teams und Co-Working Zentren.“



Experten-Einschätzung

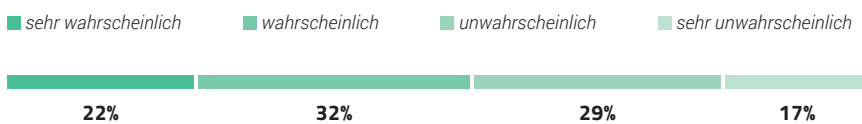


Auch die Bürger tendieren in diese Richtung. 54 Prozent der befragten Bürger sehen ihren Arbeitsplatz nicht physisch an einem Ort, sondern sie arbeiten flexibel in einem virtuellen Team von unterschiedlichen Standorten aus. Die Entwicklung scheint aus Sicht des Bürgers im Verhältnis unwahrscheinlicher zu sein. Dennoch kann Fernarbeit und somit Flexibilität ein wichtiger Baustein zur Attraktivitätssteigerung von Arbeitsplätzen sein, ein weiterer wichtiger Faktor im Rahmen der Arbeitswelt der Zukunft, der die Mitarbeiterbindung erhöhen kann.

**„Nicht alles, was technisch möglich ist, ist human. Es muss auch an die Arbeitsplatzhaltung gedacht werden.“**

*Stadtrat Detlev Bendel, Landeshauptstadt Wiesbaden, Dezernat für Wirtschaft und Verkehr*

## 2035: „Ich habe keinen physisch festgelegten Arbeitsplatz mehr, sondern arbeite flexibel in einem virtuellen Team von unterschiedlichen Standorten aus, zum Beispiel von zu Hause, in einem Café.“



N = 289



Bürger-Einschätzung

Andere Ansätze neuer Organisationsformen sind hierbei auch veränderte Führungsmodelle (zum Beispiel transformationale Führung, die Mitarbeiter durch Vermittlung eines attraktiven Bildes der Zukunft zum Ausprobieren neuer Lösungsansätze anregt<sup>1</sup>), eine soziale Arbeitsplatzgestaltung mit Betreuungs- und Vorsorgeangeboten (zum Beispiel Kinder und Ältere) und die Integration älterer Mitarbeiter mit routinierter Erfahrung und gefestigten Kompetenzen.

Darüber hinaus müssen sich Personalabteilungen in Zukunft neu aufstellen. Eine Studie der Frankfurt University of Applied Sciences fand heraus, dass Unternehmen die Personalabteilung zu Teilen noch als reine interne Dienstleistung betrachten.<sup>2</sup> Vielmehr müssen die Personalstrategien in Unternehmen aber um konzeptionelle Branchenkompetenzen der Zuständigen ergänzt werden. Die Human Resource Organisation der Zukunft sollte Kompetenzen für ein Talentmanagement aufbauen. Dieser Trend ist bereits heute erkennbar und kann für 2035 fortgeschrieben werden, in Zeiten des Fachkräftemangels in der Logistik umso mehr.

<sup>1</sup> vgl. Pundt & Nerding 2012: 36

<sup>2</sup> vgl. Czernin & Schocke 2016

Auch ist der Recruitingaufwand für Unternehmen in der Logistik laut der zitierten Studie der Frankfurt University of Applied Sciences gestiegen. Bei 83 Prozent der Logistik-Unternehmen hat sich der Aufwand für die Einstellung geeigneter Mitarbeiter in den vergangenen fünf Jahren deutlich erhöht. In Zeiten des sich weiter abzeichnenden Fachkräftemangels etwa bei Führungskräften, Fachkräften für Umschlag und Lagerlogistik sowie Disponenten und Fahrern wird sich dieser Trend weiter verschärfen. Einige Berufsbilder werden vermutlich im Rahmen autonomer Verkehre und automatisierter Systeme verschwinden, jedoch bis 2035 nicht vollständig. Der Frage, ob durch Digitalisierung und Automatisierung Arbeitsplätze wegfallen und in welchem Maße neue entstehen könnten, geht das Kapitel zum Handlungsfeld Digitale Transformation nach.

Es müssen im Rahmen des Rollenwandels der Personalabteilungen Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung entwickelt und umgesetzt werden. Dazu gehören neben perspektivischer Aus- und Weiterbildung auch Instrumente zum Human Resource-Marketing von Unternehmen, insbesondere über soziale Medien. Es muss geklärt werden, inwieweit dieser Kommunikationskanal strategisch vereinbar mit den Zielen der Unternehmenskommunikation insgesamt und der Reputationswahrung des Unternehmens ist. Schließlich können derzeitige Erfolgsmodelle mancher Unternehmen auch für andere Unternehmen für 2035 fortgeschrieben werden, beispielsweise die Verbindung von Anreizsystemen mit betrieblichem Innovationsmanagement und somit die Etablierung von Anreizsystemen zur Förderung von Innovationen in Unternehmen.

### TREND 2: Verändertes Nutzerverhalten

„Geteilter Konsum“, „Collaborative Consumption“ oder „Share Economy“, alle diese Begriffe beschreiben einen Trend, der sich in den vergangenen Jahren immer mehr durch unsere Gesellschaft zieht und Nutzungsgewohnheiten verändert. Inzwischen werden Kleider, Werkzeuge, Möbel und auch Fahrräder und Autos mit Hilfe von gut organisierten Plattformanbietern geteilt. Dies geschieht sowohl im Business-to-Consumer wie auch im privaten Consumer-to-Consumer-Bereich. Die Motivationen zur Nutzung von Sharing-Angeboten sind vielfältig. Sie können kostenbasiert sein oder auch umweltfreundlichen und ressourcenschonenden oder sozialen Charakter haben. Besonders in der jüngeren Generation lässt sich ein Trend verzeichnen, dass Statussymbole wie Autos weniger wichtig sind und es eher um den Kauf von Flexibilität und Mobilität geht als um den Kauf von Fahrzeugen an sich.

Die Gesellschaft verstetigt sich bei der Nutzung von Verkehrsmitteln bis 2035 zur Sharing Community. Dies sehen rund 71 Prozent der Befragten als wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich an.



Experten-Einschätzung

Trend



Szenario 1:

„Der Wunsch nach Flexibilität und Unabhängigkeit fördert das Bedürfnis nach Eigenbesitz, zum Beispiel eines Autos.“

Szenario 2:

„Der Trend zur Share Economy (Teilen statt Besitzen), zum Beispiel Bike- und Car-Sharing, hat sich verstetigt.“

N = 93

Entsprechende Angebote für die Share Economy können entwickelt werden und bieten Ansätze für neue Geschäftsmodelle. Dabei ist Teilen statt Besitzen in der Logistik und Mobilität sicherlich nicht nur auf Verkehrsmittel begrenzt, sondern bietet beispielsweise im Businessbereich auch Potenziale für die gemeinsame Infrastrukturentwicklung und -betrieb.

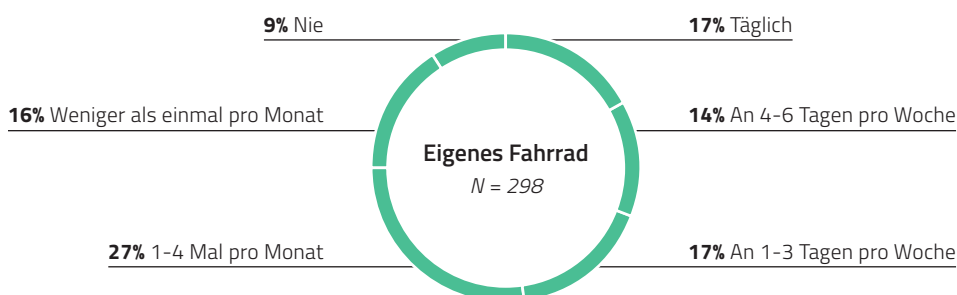
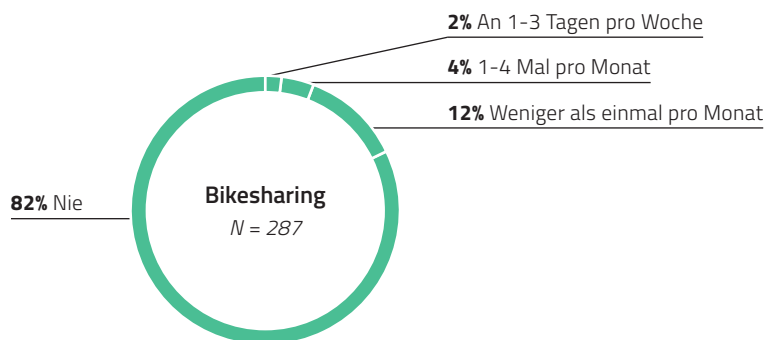
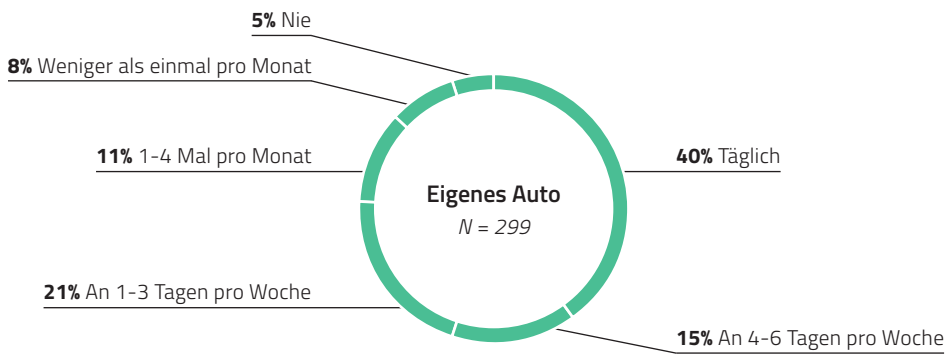
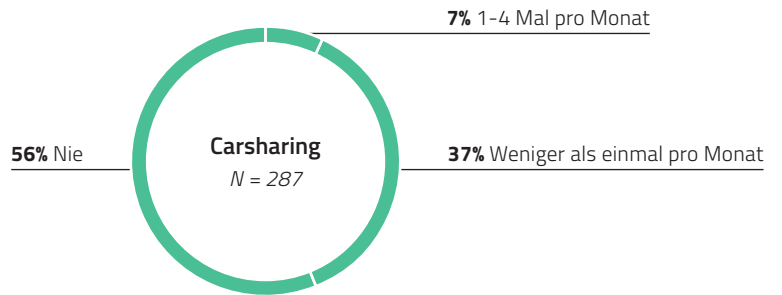
Die größte Herausforderung für Anbieter besteht in der Entwicklung rentabler Geschäftsmodelle. Insbesondere für Sharing-Angebote ist es entscheidend, Netzwerkeffekte zu erzielen, also durch eine ausreichend große Nutzerzahl eine ansprechende Komfortqualität und Verfügbarkeit von Fahrzeugen gewährleisten zu können. Das Erreichen einer kritischen Mindestmenge im Fahrzeugbestand sowie die Möglichkeit, ein Verleihsystem nicht nur stationsbasiert, sondern auch stationsunabhängig (free floating) betreiben zu können, steht aufgrund der derzeit noch relativ geringen Nutzerzahlen, insbesondere in dünn besiedelten Gebieten, im Zielkonflikt mit der Wirtschaftlichkeit. Die Attraktivität zu erhöhen, um neue Nutzer zu erreichen, setzt einen hohen Fahrzeugbestand und gegebenenfalls Aufwände für Rückführungen voraus. Da Sharing-Angebote sich in Kombination mit klassischen ÖPNV-Angeboten sehr gut zur Erreichung einer komfortablen Tür-zu-Tür Mobilität in Wegekettensystemen integrieren lassen und somit auch dem Ziel einer ressourcenschonenden Mobilität dienen, sollte die Etablierung von Sharing-Angeboten gefördert werden.

Welches Potenzial darin liegt, ein Verkehrsverhalten hin zur vermehrten Nutzung von Sharing-Angeboten zu erzielen, zeigt ein Ergebnis der Bürgerbefragung. So wird deutlich, dass 82 Prozent der Bürger noch nie Bikesharing und 56 Prozent noch nie Carsharing genutzt haben. Diese Potenziale könnten über neue Angebote und Anreize mobilisiert werden. Ein privates Auto nutzen 76 Prozent der befragten Bürger ein- bis mehrmals die Woche. Ein Anteil von 21 Prozent der Bürger nutzt ein privates Auto an 1 – 3 Tagen in der Woche. Insbesondere dieser Anteil der eher seltenen Autonutzung lässt ein hohes Potenzial für eine mögliche Substitution der Fahrten durch ein Carsharing-Angebot vermuten. Denn insbesondere für die gelegentliche Nutzung eines Pkw sind Carsharing-Angebote im Vergleich zum Betrieb eines eigenen Pkw wirtschaftlich sehr interessant und solche Nutzer lassen sich somit wahrscheinlich leichter für ein Sharing-Angebot gewinnen. Das Fahrrad hat ebenfalls Entwicklungspotenzial. Derzeit nutzen rund 48 Prozent der Befragten dieses Verkehrsmittel ein- bis mehrmals in der Woche. Entsprechende Infrastruktur, zum Beispiel Fahrradschnellwege, könnte die Nutzung des Fahrrads fördern. Die Nutzungsraten anderer Verkehrsmittel wurden im Rahmen der Studie ebenfalls erhoben, sind jedoch im Kontext Sharing nicht abgebildet.

## 2016: „Wie oft nutzen Sie folgende Verkehrsmittel oder -angebote?“



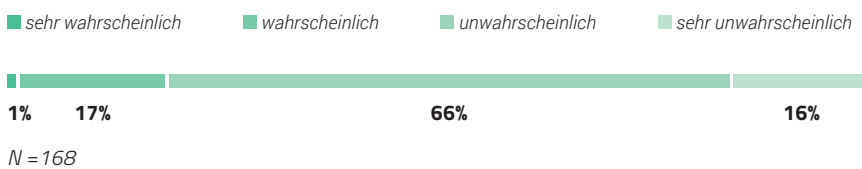
Bürger-Einschätzung





Das veränderte Nutzerverhalten adressiert auch die Relevanz weicher Faktoren bei der Kaufentscheidung. Laut Experteneinschätzung spielen weiche Faktoren wie Gesundheit und Umwelt eine untergeordnete Rolle.

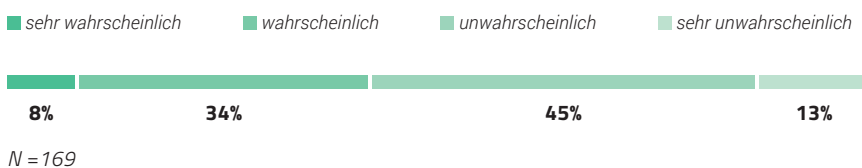
## 2035: „Ein Verkehrsmittel wird überwiegend aufgrund weicher Faktoren, zum Beispiel Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, ausgewählt.“



Experten-Einschätzung

Nur 18 Prozent glauben, dass ein Verkehrsmittel in 2035 überwiegend aufgrund weicher Faktoren wie Auswirkung auf die Umwelt oder die eigene Gesundheit ausgewählt wird.

## 2035: „Für den Kauf eines Produktes ist seine Umweltfreundlichkeit genauso entscheidend wie sein Preis.“



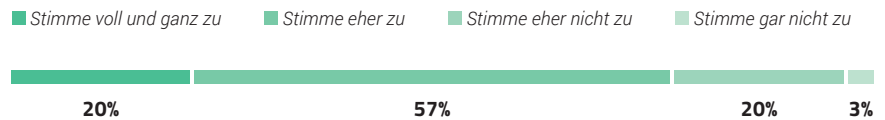
Experten-Einschätzung

Der Aussage, dass die Umweltbilanz eines Produktes genauso entscheidend ist wie der Preis, stimmen gut 41 Prozent der Experten zu. Verglichen mit der Antwort der Bürger zeigt sich hier eine deutliche Diskrepanz bei der Einschätzung.

## 2016: „Mir ist beim Kauf eines Produktes dessen Umweltfreundlichkeit genauso wichtig wie der Preis.“



Bürger-Einschätzung



N = 301

77 Prozent der befragten Bürger geben an, dass für sie die Umweltfreundlichkeit eines Produktes in Zukunft dem Preis gleich gestellt ist. Offensichtlich existiert in der Gesellschaft, zumindest im Rahmen der Stichprobe, ein zukunftsorientiertes Umweltbewusstsein, das bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen berücksichtigt werden sollte. Es besteht eine Tendenz zu gesellschaftlicher Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft gegenüber „grünen“ Lösungen. Der Trend zur ökologischen Nachhaltigkeit beziehungsweise zu der oben dargestellten Einschätzung impliziert eine steigende Durchdringung von umweltfreundlichen Mobilitätsangeboten wie e-Fahrzeugen, Hydrail (wasserstoffbetriebene Schienenfahrzeuge), Fahrrädern und Fußverkehr. Diese könnten beispielsweise noch fester in urbanen Verkehrskonzepten verankert werden.

## 77 Prozent der befragten Bürger geben an, dass für sie die Umweltfreundlichkeit eines Produktes in Zukunft dem Preis gleichgestellt ist.

Ergebnis Online-Befragung

### TREND 3: Akzeptanz- und Imagehürden der Branchen

Logistik und Mobilität, vermutlich insbesondere die Logistik und damit der güterverkehrliche Teil der Betrachtung, leiden weiter unter allgemein bekannten Akzeptanzproblemen bei den Bürgern. So führen beispielsweise die Emissionen der Verkehre und die Umsetzung baulicher Großprojekte zu Konfliktpotenzial, wenn die Bürger ihr Interesse nicht ausreichend berücksichtigt sehen und der Einfluss auf die Lebensqualität als negativ empfunden wird. Umgekehrt fehlt das Verständnis für die Bedeutung von Logistik und Verkehr für die zeitgerechte, immer schnellere Belieferung mit Gütern und für den allgemeinen Wohlstand. Dieses Szenario bestätigen die Befragten aus der Online-Umfrage.

## Nur 32 Prozent der Experten glauben, dass die Branchen Logistik und Mobilität in der Öffentlichkeit in Zukunft ein hohes Ansehen genießen könnten.

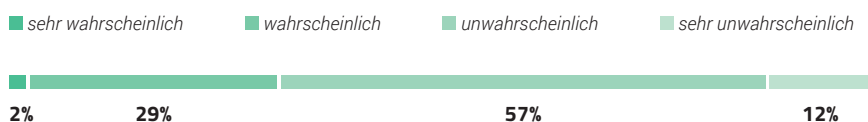
Ergebnis Online-Befragung

Nur 32 Prozent glauben, dass die Branchen Logistik und Mobilität in der Öffentlichkeit ein hohes Ansehen genießen, weil ihre Bedeutung für Wohlstand und Freiheit allgemein bekannt ist. Der Handlungsdruck ist angesichts der steigenden Verkehrsbelastungsprognosen jedoch groß. Die Verkehre nehmen allein bis 2030 im Vergleich zu 2010 stark zu: Straßengebundene Personenverkehrsleistung: +10 Prozent (Schiene: +20 Prozent), Straßengüterverkehr: +39 Prozent Tonnenkilometer Transportleistung (inländische Schiene: +43 Prozent). Für die Metropolregion FrankfurtRheinMain wird wegen der Bedeutung Hessens als Transitland eine besonders hohe Belastung prognostiziert.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015: 8

Ferner werden nach Einschätzung der Experten bauliche Großprojekte ohne frühzeitige und umfassende Beteiligung der Bürger nicht mehr umgesetzt. Das geben rund 71 Prozent der befragten Experten an.

## 2035: „Die Branchen Logistik und Mobilität genießen in der Öffentlichkeit ein hohes Ansehen, weil ihre Bedeutung für Wohlstand, Freiheit und Umwelt allgemein bekannt ist.“



N = 165

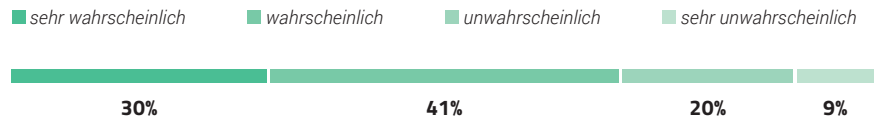


Experten-Einschätzung

## 2035: „Ohne frühzeitige und umfassende Beteiligung der Bürger werden bauliche Großprojekte nicht mehr umgesetzt.“



Experten-Einschätzung



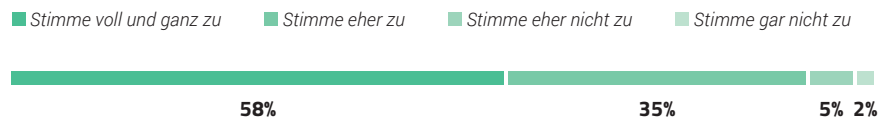
N = 165

Der Bürger sieht die eigene Beteiligung genauso gewichtig. 93 Prozent der Befragten möchten frühzeitig über geplante Logistik- und Verkehrsprojekte im direkten Umfeld informiert werden.

## 2016: „Ich möchte frühzeitig über geplante Logistik- und Verkehrsprojekte in meinem direkten Umfeld informiert werden.“



Bürger-Einschätzung

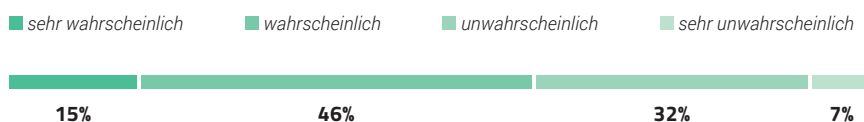


N = 301

### Trend 4: Gesundheitsorientierte Mobilität

Im Zuge der alternden Gesellschaft und absehbar längeren Lebensarbeitszeiten rückt der Bedarf nach barrierefreier Mobilität, zum Beispiel bei Verkehrsmitteln, und ganzheitlichem Gesundheitsmanagement in den Unternehmen, zum Beispiel Ergonomie am Arbeitsplatz eines Truckers, in den Vordergrund. Die Alterung der Gesellschaft bietet Ansatzpunkte für technische Innovation und neue Geschäftsmodelle.

## 2035: „Verkehrsangebote ohne barrierefreie Zugangsmöglichkeiten sind vom Markt verschwunden.“



N = 163



Experten-Einschätzung

Es besteht ein gewisser Handlungsdruck, Faktoren wie Gesundheit und Alter bei Innovationen und der Planung von Verkehrsinfrastruktur zu berücksichtigen. 61 Prozent der Teilnehmer prognostizieren, dass Verkehrsangebote ohne barrierefreie Zugangsmöglichkeiten 2035 vom Markt verschwunden sein werden.

### Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

#### Share Economy

Mit Carsharing-Angeboten reagieren private Anbieter auf das veränderte Mobilitätsverhalten. Statt ein Auto zu besitzen, entscheiden sich immer mehr Menschen, das Auto als eine Mobilitätsdienstleistung zu verstehen. Langfristig werden der Pkw-Bestand und die Menge der Autos vor allem in den Städten reduziert. Anfang 2016 sind fast 1,3 Millionen Teilnehmer bei den etwa 150 deutschen Carsharing-Anbietern registriert. DriveNow und Car2Go sind Angebote, die deutsche Autohersteller machen.



◀ © mobileeee

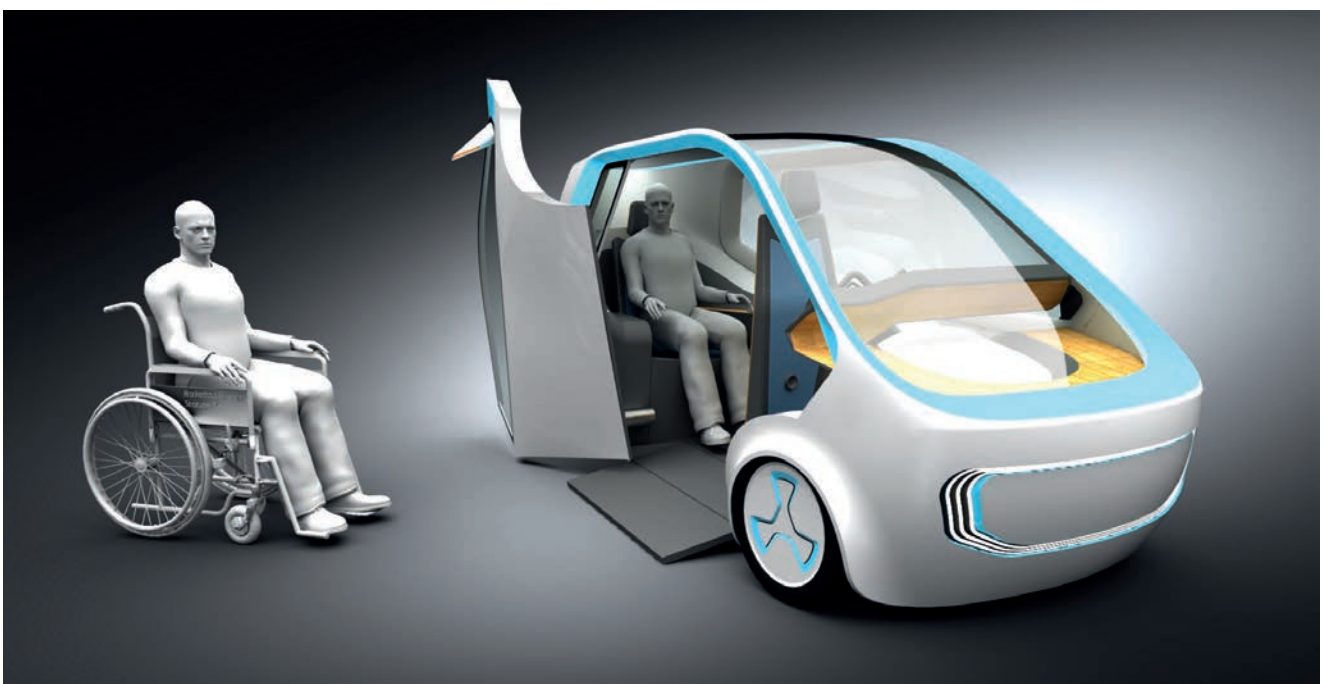
Das Start-up Mobileeee bietet seine elektromobilen Fahrzeuge und Dienstleistungen in Kooperation mit der Entwicklung von Stadtteilen und dem Ausbau des ÖPNV an, weshalb das Unternehmen mit dem Gründerpreis der Stadt Frankfurt ausgezeichnet worden ist. Mobileeee verfolgt die Vision, seine E-Carsharing-Plattform als gute Option für die frühzeitige Erprobung und Realisierung des autonomen Fahrens auszubauen, zum Beispiel beginnend mit reinem Leerfahrten-Einsatz (nicht der Nutzer geht zum gebuchten Auto, sondern das gebuchte Auto fährt selbstständig beim Nutzer vor).

### Mobilität für Ältere

Die Bevölkerung Deutschlands wird immer älter und der Anteil der Menschen, die älter als 60 Jahre sind, nimmt seit den 1970er-Jahren ständig zu. Die Zahl der 20-Jährigen hat sich zwischen 1960 und 2011 von 28,4 Prozent auf 18,2 Prozent reduziert, zugleich ist der Anteil der Menschen, die 60 Jahre alt sind und älter, von 17,4 Prozent auf 26,6 Prozent gestiegen. Bis 2060 wächst dieser Anteil auf fast 40 Prozent. Damit ändern sich auch die Anforderungen an das Verkehrssystem, das auf mobilitätseingeschränkte Menschen und ihre Bedürfnisse reagieren muss, wenn Ältere nicht von der sozialen Teilhabe ausgeschlossen werden sollen. Ein zukunftsgerichtetes Beispiel ist das Handy Electric Concept Vehicle For People With Limited Mobility. Es handelt sich um ein elektrisch betriebenes Fahrzeug mit barrierefreiem Zugang für Rollstühle. Dieses Fahrzeug könnte zugleich autonom fahren. Damit bewegt sich das Konzept an der Schnittstelle der Handlungsfelder Gesellschaft, Energie und intelligente Verkehrssysteme.

Quelle: Handy Electric Concept Vehicle For People With Limited Mobility; Filip Mirbauer

▼ © Filip Mirbauer und Jiří Krejčířik (Designer)

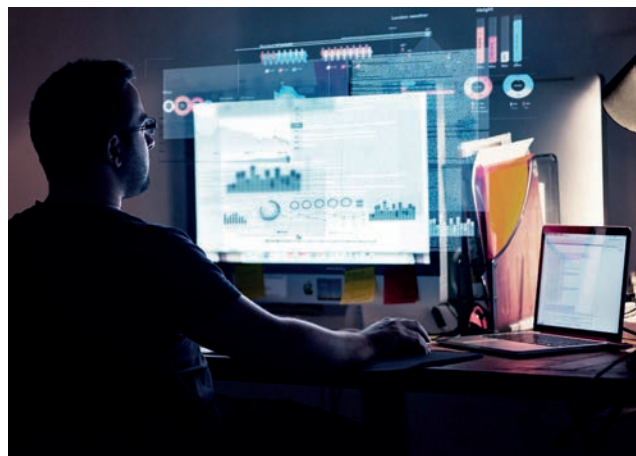




▲ © Rawpixel.com / Fotolia

### Bürgerbeteiligung

Verbunden mit dem gesellschaftlichen Wandel ist die zumindest teilweise Erwartung der Bürgerinnen und Bürger, an raumwirksamen Planungen und Entscheidungen mitwirken zu können. Beispiele dafür sind das Mediationsverfahren für den Ausbau des Frankfurter Flughafens, an deren Ende die Inbetriebnahme der Nordwestbahn gestanden hat, die gemeinsame Entwicklung des Freiburger Stadtteils Vauban und der Dialog mit den Bürgerinnen und Bürgern im Ruhrgebiet. Seit der Internationalen Bauausstellung IBA Emscher Park (1990 bis 1999) und den Veranstaltungen im Verlauf des Projekts Kulturhauptstadt Ruhr 2010 ist im Ruhrgebiet die Basis für kooperative Planungen gelegt worden. Die schnelle Konzeption und die Beteiligung bei Planung und Bau des Radschnellweges RS1 sind das jüngste Beispiel dafür.



▲ © Peopleimages / iStock

### Bürowelt der Zukunft

In der Zukunft werden Büros immer zugänglicher von zu Hause und schließlich von überall. Der Begriff Büro wird veraltet sein und mehr und mehr durch ein Wort ersetzt, das eine bestimmte Art von holographischem System beschreibt. Über Hologramme und projizierte Informationen agieren Mitarbeiter untereinander und sind an Crowdsourcing-Plattformen angeschlossen; Mitarbeiter eines Unternehmens beteiligen sich womöglich an Crowdsourcing-Prozessen anderer Unternehmen. Menschen / Mitarbeiter kommunizieren verstärkt mit Maschinen; die Integration der Menschen in die Arbeitsprozesse wird durch die M2M-Kommunikation zunehmend abgelöst. Humanoide Roboter und 3D-Drucker unterstützen zum Beispiel das Prototyping bei Innovationstätigkeit. Die Bürolandschaften sind offen, Arbeitsplätze flexibel und ähneln zunehmend experimentellen Innovation Labs. Die Büroumgebung lässt sich durch Gestik steuern. Menschen autorisieren sich im digitalen System durch Biometrie.

## 3.4 / URBANE LOGISTIK UND MOBILITÄT

*Urbanisierung und wachsende Bevölkerung in Regionen rund um die großen Kernstädte führen zu einer Zunahme des Stadt-Umland-Verkehrs. Die Nachfrage der Bürger nach einer komfortablen, flexiblen und sicheren Mobilität steigt. Nachhaltige und innovative Konzepte für Personen- und Gütermobilität sind zentrale Hebel, um die Verkehrsbelastung zu reduzieren. Dadurch können Lebensqualität und Wirtschaftlichkeit in Ballungsräumen gesteigert werden.*







## Einführung

Die Mobilität von Gütern und Personen gehört zu den wichtigsten Grundfunktionen eines wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Systems. Alle aus dem Alltag sich ableitenden grundlegenden Mobilitätsbedürfnisse stehen in engem Zusammenhang mit Wohnen, Arbeiten, Ausbildung, Freizeit und Ver- beziehungsweise Entsorgung. Im Zuge der zunehmenden Urbanisierung und den sich verändernden Lebensgewohnheiten hin zu einer immer besser informierten und stärker individualisierten Nachfragekultur wird sowohl der künftige Personen- als auch der Güterverkehr vor vielfältige Herausforderungen gestellt. Während die urbanen Räume einen hohen Zulauf erleben, schrumpft die Bevölkerung in den ländlichen Regionen. Dies führt zu veränderten Verkehrsströmen sowohl in den Metropolen als auch in den ländlichen Regionen. Es lässt sich eine Zunahme des Stadt-Umland-Verkehrs beobachten. Die Zahlen der Berufspendler (Einpendler) sind beispielsweise in Frankfurt am Main von 324.097 Personen im Jahr in 2010<sup>1</sup> auf 341.865 Personen in 2014<sup>2</sup> angestiegen. Es wird auch weiterhin ein Anstieg der Zahlen für die nächsten Jahre erwartet. Im Jahr 2015 wurden zudem allein im Frankfurter Nahverkehr die städtischen Bahnen, Straßenbahnen und Busse für fast 220 Millionen Fahrten genutzt. Seit zehn Jahren befinden sich die Fahrgastzahlen im Frankfurter Stadtverkehr im Aufwärtstrend, mit steigender Tendenz. Im Jahr 2005 lag die Anzahl der Fahrten noch bei etwa 152 Millionen.<sup>3</sup> Demnach ist zu erwarten, dass bis zum Jahr 2035 eine Nachfrage von über 300 Millionen Fahrten pro Jahr in Frankfurt besteht. Nicht nur der Personenverkehr nimmt zu, auch beim Wirtschaftsverkehr lässt sich eine Steigerung verzeichnen. Durch den Trend des Einkaufens im Internet und der Lieferung nach Hause lässt sich eine Zunahme des Güterverkehrs in urbanen Regionen verzeichnen. Dies führt zu einer Transportmengensteigerung, wodurch es gleichzeitig zu Beeinträchtigungen im Verkehrsfluss kommt.<sup>4</sup> Deutschlandweit sind Post- und Paketlieferungen von 6.236.000 Tonnenkilometern im Jahr 2010 auf 7.909.000 Tonnenkilometer im Jahr 2014 angestiegen.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *vgl. Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main 2010: 37*

<sup>2</sup> *vgl. Regionalverband FrankfurtRheinMain 2015: 5*

<sup>3</sup> *vgl. traffiQ 2016*

<sup>4</sup> *vgl. Visser et al. 2014: 16*

<sup>5</sup> *vgl. Statistisches Bundesamt 2016b: 58*

So nehmen auf der einen Seite beispielsweise durch den Internethandel die Transportmengen zu, die zudem auch immer kleinteiliger werden. Auf der anderen Seite nimmt aber auch die Verkehrsdichte, einhergehend mit Wirtschaftswachstum und zunehmenden Pendlerströmen, in urbanen Räumen weiter zu. Damit dies mittelfristig nicht umschlägt in eine anhaltende Minderung der Lebensqualität und Wirtschaftlichkeit, unter anderem durch Staus, Lärmbelastung und Schadstoffemissionen, sind künftig nachhaltige innovative Mobilitätskonzepte für Personen und Güter gefragt. Es gilt, ressourceneffizient und auf kleinem Raum die vorhandene Infrastruktur optimal auszunutzen und dabei den individuellen Bedarfen der verschiedenen Nachfrager, wie Bürger und Unternehmen, schnell, flexibel, sicher und umweltschonend gerecht zu werden.

Hierbei wird eine Verkehrsverlagerung zugunsten einer multimodalen Verkehrsmittelnutzung eine wichtige Rolle spielen, um den motorisierten Individualverkehr zu reduzieren. Vielversprechende Ansätze für eine zukunftsfähige urbane Logistik und Mobilität basieren auf den neuen Informations- und Kommunikationstechnologien. Zukünftig wird Mobilität für Personen und Güter kombiniert, integriert und vernetzt sein. Eine sichere und komfortable Tür-zu-Tür-Mobilität wird nicht mehr nur mit dem Pkw möglich sein, sondern auch mit einer ressourcenschonenden Reisekette.

Den Ansatz der multimodalen Mobilität verfolgt auch die aktuell entwickelte Strategie „Mobiles Hessen 2020“, die auf eine intelligente Verknüpfung der Verkehrsträger und ein verkehrsträgerübergreifendes Mobilitätsmanagement abzielt. Dabei werden der öffentliche Nahverkehr und die Elektromobilität genauso eingebunden wie Verkehrsinfrastrukturen und intelligente Verkehrssysteme (IVS).<sup>1</sup> Auf letztere wird im nachfolgenden Kapitel zum Handlungsfeld „Intelligente Verkehrssysteme“ noch gesondert eingegangen, insbesondere mit Bezug zum Straßenverkehr. Die in „Mobiles Hessen 2020“ entwickelten Leitlinien für die Mobilitätspolitik befassen sich mit der durch Digitalisierung vernetzten Mobilität, der Stärkung und dem Erhalt der Infrastruktur, der Förderung von Nahmobilität und Innovationen in Mobilität und Logistik sowie mit Fragen der Verkehrssicherheit.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016c

<sup>2</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016a

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Etablierung von vernetzten Mobilitätsangeboten besteht darin, dass die Nutzung attraktiv genug ist, um die Verkehrsmittelwahl, sowohl von Privatpersonen wie auch von Unternehmen, zugunsten eines ökologisch und ökonomisch sinnvollen Verkehrsverhaltens zu beeinflussen. Hierbei spielt sowohl der physische wie auch technologische barrierefreie Zugang eine entscheidende Rolle. Dabei sind insbesondere Echtzeitinformationen und bedarfsgerecht aufbereitete Details zu einer Reise- beziehungsweise Transportkette, über mehrere Verkehrsmittel hinweg, unabdingbar. So kann zum Beispiel die private Nutzung von ÖPNV- oder Sharing-Angeboten (zum Beispiel Bike- oder Carsharing) erleichtert werden. Aber auch für Unternehmen können alternative Transportoptionen attraktiver oder überhaupt erst in Betracht gezogen werden. Dabei wird die Nutzung umso attraktiver, je einfacher der Nutzer sich einen Überblick über die verfügbaren Fahrzeuge und Mobilitäts- beziehungsweise Transportoptionen sowie die damit verbundenen Kosten verschaffen kann. Ferner sollten die Buchungs- und Ticketoptionen keinen Mehraufwand darstellen, also integriert sein.

Diese und weitere Themenfelder wie Mobilitätsplattformen und Mobilitätsagenten, Mobility Hubs oder alternative Belieferungskonzepte und -technologien weisen ein hohes Potenzial für zukunftsfähige Lösungen auf, die den urbanen Logistik- und Mobilitätssektor bedarfsgerecht und umweltfreundlich gestalten.

## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Entlastung städtischer Räume

<sup>1</sup> Hessen Mobil 2014

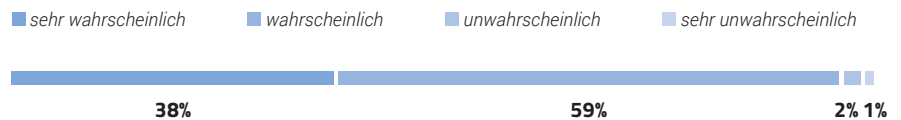
Städte sind Lebens- und Wirtschaftsraum zugleich. Hier treffen in zunehmend konzentrierter Form verschiedene Akteure aus dem privaten und gewerblichen Bereich zusammen, deren Aktivitäten aus den Daseinsgrundfunktionen Wohnen, Arbeiten, Bildung, Erholung, Ver- und Entsorgung resultieren.<sup>1</sup> Zur Realisierung dieser Daseinsgrundfunktionen sind Ortsveränderungen notwendig, die wiederum Verkehr erzeugen. Dabei ist das Auto nach wie vor das bevorzugte Verkehrsmittel.

Einen nicht zu unterschätzenden Anteil am Verkehrsaufkommen haben Pendler beziehungsweise Stadt-Umland-Verkehre. So sind sich die Experten einig, dass in Folge der voranschreitenden Urbanisierung und des Zuzugs in die Metropolregion FrankfurtRheinMain die Stadt-Umland-Verkehre massiv anwachsen werden. Dies halten 97 Prozent der Experten für sehr wahrscheinlich bis wahrscheinlich.

## 2035: „Die starke Urbanisierung der Metropolregion Frankfurt RheinMain hat zur Folge, dass sich die ‚Vorortgürtel‘ ausweiten und somit der Stadt-Umland-Verkehr massiv anwächst.“



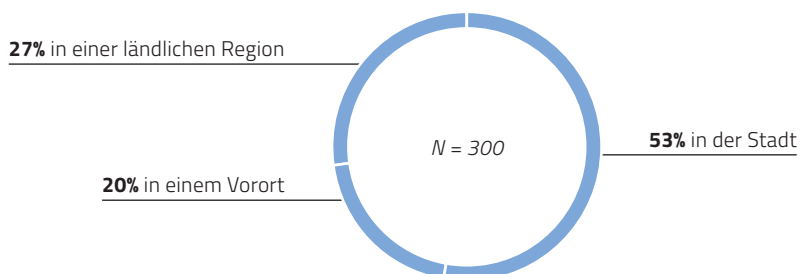
Experten-Einschätzung



N = 104

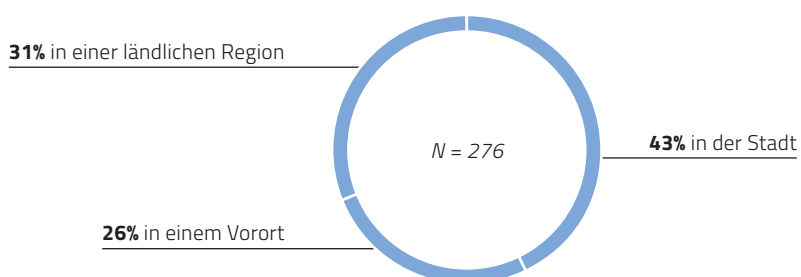
Dieser Trend, in das Frankfurter Umland zu ziehen, verbunden mit einem wachsenden Stadt-Umland-Verkehr, bestätigt sich auch in den Ergebnissen der Bürgerbefragung nach dem heutigen und künftigen Wohnort. Aktuell leben 53 Prozent der befragten Bürger in der Stadt, 20 Prozent in einem Vorort und 27 Prozent in einer ländlichen Region. Im Jahr 2035 sehen sich dagegen mehr Bürger in einem Vorort (26 Prozent / +6 Prozent) oder auf dem Land (31 Prozent / +4 Prozent) leben, wohingegen nur noch 43 Prozent (-10 Prozent) in der Stadt leben möchten.

## „Ich wohne heute ...



Bürger-Einschätzung

## 2035 ...“



Einhergehend mit dem anhaltenden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum in städtischen Regionen werden die verkehrlichen Infrastrukturen zunehmend überlastet. Sowohl der Personenverkehr als auch der Wirtschafts- und Güterverkehr nutzen gemeinsam alle Verkehrsträger und konkurrieren somit um die knappen Kapazitäten im urbanen Verkehrssystem.

**„Es wird keine grundlegend neue Verkehrsinfrastruktur in Deutschland bis 2035 gebaut.“**

*Dr. Ralph Körfggen, Vorsitzender der Geschäftsführung, DB Vertrieb GmbH*

Eine mögliche Entlastung des urbanen Straßenverkehrs durch Verlagerung eines bedeutenden Anteils des motorisierten Individualverkehrs auf die Schiene setzt eine leistungsfähige Schieneninfrastruktur voraus. Diese ist jedoch bereits heute auf den Hauptachsen, insbesondere im Knotenpunkt Frankfurt, der sowohl regional wie überregional eine sehr hohe Bedeutung für den Schienenverkehr hat, oftmals überlastet. Häufig teilen sich Züge des Nahverkehrs Gleise mit dem Personenfern- und Güterverkehr. Ein besonderes Nadelöhr hinsichtlich der möglichen Kapazitäten stellt zudem der S-Bahntunnel unter der Frankfurter Innenstadt dar, den acht von neun S-Bahnlinien durchfahren. Entlastung könnte ein Ausbau der Zulaufstrecken zum Frankfurter Hauptbahnhof bringen. In einem frühen Stadium sich befindliche Projekte wie die nordmainische S-Bahn (bessere Anbindung des Ostens an die Frankfurter Innenstadt) oder die Regionaltangente West (Vorbeileitung an der Frankfurter Innenstadt nach Süden und zum Flughafen) haben großes Potenzial, die notwendige Leistungsfähigkeit des Verkehrsträgers Schiene, nicht zuletzt durch Entmischung der Verkehre, für die künftige Verkehrsnachfrage zu ermöglichen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Ransch 2016

**„Die Leistungsfähigkeit des Systems Straße ist nicht so weit erhöhbar, dass Ballungsraumprobleme gelöst werden. Der schienengebundene ÖPNV muss weiter ausgebaut werden.“**

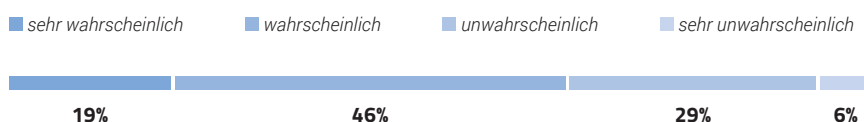
*Burkhard Vieth, Präsident, Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement*

**„Der Schienenverkehr nimmt deutlich zu. Das ist gut. Die heutige Infrastruktur wird das nicht aushalten. Sie muss deutlich besser werden. Der Zulauf Rhein-Main ist überlastet.“**

*Wolfgang Rausch, Geschäftsführer, Nordhessischer VerkehrsVerbund (NVV)*

Dass die künftig angestiegene Mobilitätsnachfrage weder vom Straßen- noch vom Bahnverkehr im Jahr 2035 angemessen bedient werden kann, halten 65 Prozent der Experten für sehr wahrscheinlich bis wahrscheinlich. Nur 35 Prozent halten einen Kapazitätsengpass für unwahrscheinlich.

## 2035: „Die wachsende Nachfrage nach öffentlichen Verkehrsmitteln wie Bus und Bahn kann nicht bedient werden. Es kommt zu Kapazitätsengpässen im Straßen- und Bahnverkehr.“



N = 102



Experten-Einschätzung

**Die Mehrheit der befragten Experten prognostiziert, dass die zukünftig angestiegene Mobilitätsnachfrage weder vom Straßen- noch vom Bahnverkehr im Jahr 2035 angemessen bedient werden kann.**

Ergebnis Online-Befragung

Aus verkehrlichen Überlastungen resultierende Störungen des Verkehrsnetzes haben nicht nur negative wirtschaftliche Auswirkungen (zum Beispiel Zeitverluste aufgrund von Staus), sondern mindern auch die Aufenthaltsqualitäten (zum Beispiel durch zunehmende Luft- und Lärmbelastung) und wirken sich entscheidend auf die Verkehrsmittelwahl (beispielsweise aufgrund von Verspätungen im ÖPNV, überfüllten Bahnen und Bussen oder unsicheren Anschlüssen) aus. Die verkehrliche Situation spitzt sich insbesondere in urbanen Räumen weiter zu und wird bereits heute von der Bevölkerung oftmals als belastend empfunden.<sup>1</sup> Eine der wesentlichen negativen Auswirkungen der hohen Verkehrsdichte in urbanen Räumen betrifft die Luftqualität, die sich unter den Schadstoffemissionen der fossil betriebenen Fahrzeuge verschlechtert. Für das Jahr 2050 hat Hessen bereits das umweltpolitische Ziel formuliert, ein klimaneutraler Standort zu werden, wofür im Vergleich zu 1990 die Emissionen um mindestens 90 Prozent reduziert werden sollen.<sup>2</sup> Den Weg dorthin ebnet aktuell die Diskussion, zunächst für städtische Räume härtere Einfahrtsbestimmungen durchzusetzen, zum Beispiel durch Einführung der blauen Plakette oder durch ein generelles Verbot für fossil angetriebene Fahrzeuge, parallel zur Förderung von alternativen Antrieben und Fortbewegungsformen.

<sup>1</sup> vgl. Verkehrsdezernat Stadt Frankfurt am Main 2015: 4f., 8

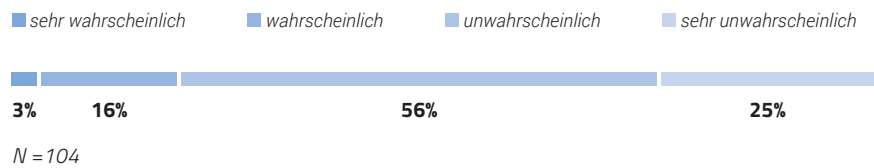
<sup>2</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016a

Dass bereits bis 2035 Maßnahmen ergriffen werden, die Hessens Innenstädte gänzlich frei von Schadstoffemissionen machen, halten 56 Prozent der Experten für unwahrscheinlich und 25 Prozent sogar für sehr unwahrscheinlich. Eine Minderheit von rund 19 Prozent hält diese Zukunftsthese für wahrscheinlich. Zur Interpretation dieser Antwortwerte darf nicht vernachlässigt werden, dass die Fragestellung sehr absolut formuliert wurde und demnach auch das Fünftel der positiv gestimmten Experten dahingehend interpretiert werden kann, dass zumindest eine deutliche Reduktion der Schadstoffemissionen bis 2035 absehbar ist und weiterhin ein großer Handlungsbedarf besteht, ökologisch und ökonomisch zielführende Maßnahmen zu identifizieren.

## 2035: „Hessens Innenstädte sind frei von Schadstoffemissionen.“



Experten-Einschätzung

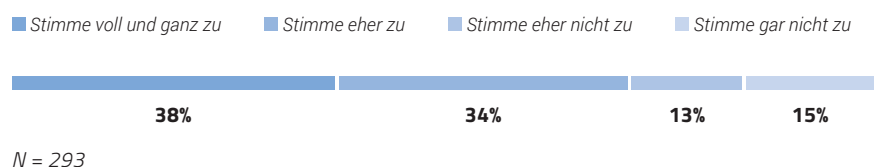


Das Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein in der Bevölkerung wächst. Derzeit liegt das Radfahren mehr im Trend als in den Jahren zuvor. Dies bestätigt auch das Ergebnis der Bürgerbefragung. Demnach möchten 72 Prozent der Bürger gerne speziell ausgebaute Radschnellwege („Fahrrad-Autobahnen“) als kreuzungsfreie Verbindung zwischen Städten nutzen.

## 2016: „Ich möchte speziell ausgebaute Radschnellwege als kreuzungsfreie Verbindung zwischen Städten nutzen (‘Fahrrad-Autobahn’).“



Bürger-Einschätzung





## 72 Prozent der befragten Bürger möchten gerne Radschnellwege („Fahrrad-Autobahnen“) nutzen.

*Ergebnis Online-Befragung*

Dennoch ist der Anteil am Modal Split gering. In Hessen verlassen etwa 90 Prozent der Bevölkerung täglich das Haus und legen dabei im Mittel 3,4 Wege pro Tag zurück. Obwohl etwa die Hälfte der Wege eine Länge von weniger als fünf Kilometern aufweist, wird jeder zweite Weg mit dem Auto zurückgelegt.<sup>1</sup> Der Umstieg vom Auto aufs Rad hat deshalb ein sehr hohes Potenzial, Emissionen wie CO<sub>2</sub>, Feinstaub und Lärm deutlich zu reduzieren.

<sup>1</sup> vgl. Infas 2010

**„Es wird einen Schneeballeffekt geben, der Anteil der Zweiradmobilität wird stark ansteigen.“**

*Markus Riese, Geschäftsführer, Riese & Müller GmbH*

Obwohl beispielweise die Stadt Frankfurt im deutschen Städtevergleich einen relativ hohen Fuß- und Radverkehrsanteil hat, liegt auch hier der Anteil für den Radverkehr derzeit lediglich bei etwa 13 Prozent. Im „Masterplan 100 Prozent Klimaschutz 2015“ wurde das Ziel formuliert, bis 2050 einen Anteil von 22 Prozent zu erreichen, um sich mit Städten wie Amsterdam oder Kopenhagen, die hinsichtlich des Fahrradverkehrs eine vorbildliche Kultur besitzen, vergleichen zu können.<sup>2</sup> Dass das Fahrrad aber grundsätzlich zum bevorzugten Verkehrsmittel in hessischen Großstädten wird, halten 67 Prozent der Experten für unwahrscheinlich oder sehr unwahrscheinlich. Diese Aussage lässt sich dadurch relativieren, dass Fahrräder ihr besonderes ressourcenschonendes Potenzial nicht nur bei alleiniger monomodaler Nutzung aufweisen, sondern vielmehr durch Integration in intermodale Reiseketten als Zubringer zu anderen Verkehrsmitteln an Attraktivität gewinnen. Daher sollte der Anteil am Modal Split in Kombination mit den anderen Mobilitätsformen betrachtet und nicht so wie der Anteil des motorisierten Individualverkehrs interpretiert werden, der klassischerweise „direkt“ von Tür zu Tür führt.

<sup>2</sup> vgl. Fraunhofer IBP 2015

## „Der Radverkehr wird erheblich an Bedeutung gewinnen. Wenn wir so weitermachen, werden wir 2035 etwa 50 Radschnellwege in Hessen haben.“

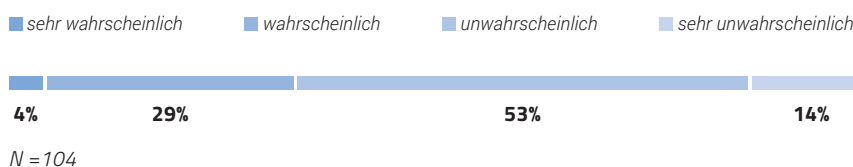
Karin Müller, MdL Hessen, Bündnis 90/Die Grünen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Für die Experteninterviews sind je ein Abgeordneter bzw. Abgeordnete der im Verkehrsausschuss des Hessischen Landtages vertretenen Fraktionen am 24. Mai und 13. Juni mit der Bitte um ein Gespräch angeschrieben worden. Geantwortet haben Ulrich Caspar (CDU) und Karin Müller (Bündnis 90 / Die Grünen)

## 2035: „Das Fahrrad ist das bevorzugte Verkehrsmittel in Hessens Großstädten.“



Experten-Einschätzung



Der zuvor in seinen Facetten dargestellte Trend 1 zur „Entlastung städtischer Räume“ ist als ein übergeordnetes Ziel und Herausforderung zugleich für eine zukunftsfähige urbane Logistik und Mobilität zu begreifen. Die im Folgenden betrachteten Trends in diesem Kapitel beleuchten weitere Zukunftsthemen, die hohe Potenziale aufweisen, städtische Räume auch in Zukunft lebenswert zu erhalten und eine sichere, flexible und ressourcenschonende Mobilität für Personen und Güter zu gewährleisten.

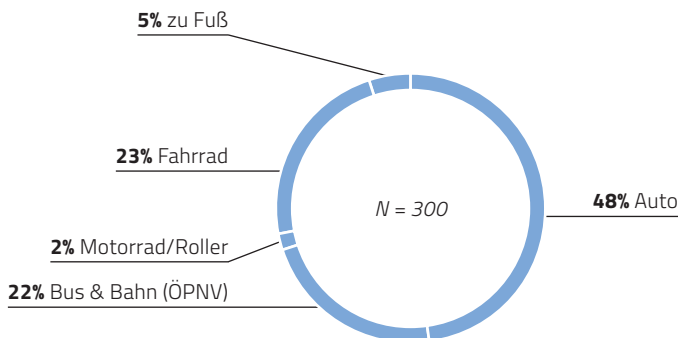
### TREND 2: Vernetzte und multimodale Mobilität

Die Digitalisierung zieht sich durch alle Lebensbereiche. Die Nutzung mobiler Endgeräte mit einer Internetverbindung ist bereits für den Großteil der Bevölkerung – generationenübergreifend – selbstverständlich. Der Grad der „ständigen“ Information ist in den vergangenen Jahren immens angestiegen. Jeder ist jederzeit mobil erreichbar oder kann fehlende Informationen aus dem Internet abrufen. Lebensstile und Mobilitätsverhalten ändern sich, Ansprüche an hoch individualisierte Dienstleistungen steigen. Das Bewusstsein für die ökologischen und ökonomischen Vorteile, die eine Veränderung des persönlichen Mobilitätsverhaltens mit sich bringt, wächst.

Dieses Bild zeichnet sich auch in den Ergebnissen der Bürgerbefragung ab. Hinsichtlich der Frage „Meine bevorzugte Art, mich im Alltag fortzubewegen, ist...“ lassen sich

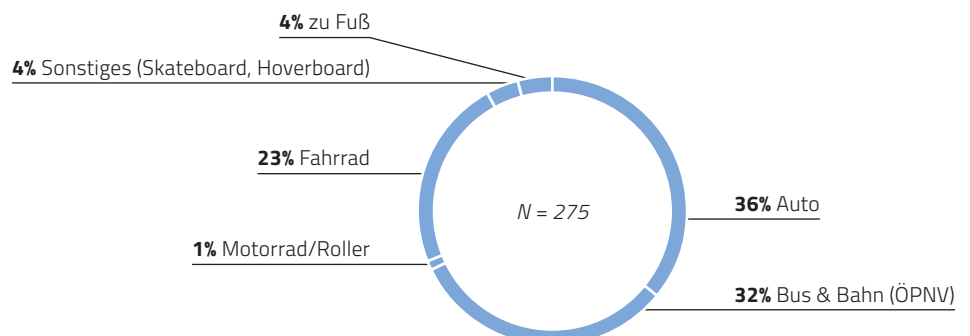
Aussagen zum derzeitigen und zum prognostizierten Modal Split für 2035 vergleichen. Demnach sinkt der Autoanteil von 48 Prozent um 12 Prozentpunkte auf 36 Prozent. Zugleich gewinnt der ÖPNV 10 Prozentpunkte und erreicht damit 32 Prozent. Der Fahrradanteil bleibt mit 23 Prozent gleich. Interessanterweise verlieren sowohl die Fußwege als auch die Option Motorrad/ Roller zwei Prozentpunkte respektive einen Prozentpunkt und die Option sonstige Verkehrsmittel (zum Beispiel Hoverboard, Monowheel) kommt mit 4 Prozent neu dazu. Das heißt, es wird von den Bürgern für sehr wahrscheinlich gehalten, ihre Mobilitätsgewohnheiten künftig zugunsten einer ressourcenschonenderen Verkehrsmittelwahl zu ändern, und auch eine gewisse Offenheit gegenüber neuen innovativen Mobilitätsformen ist bereits heute zu erkennen.

## „Meine bevorzugte Art, mich im Alltag fortzubewegen, ist heute:



Bürger-Einschätzung

## ... 2035:“

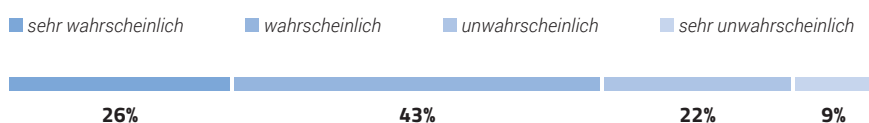


Die wesentliche Herausforderung für eine zukunftsfähige urbane Logistik und Mobilität besteht darin, unter ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkten die Versorgung der Bevölkerung mit individuellen Gütern und Dienstleistungen sowie einer sicheren Mobilität zu gewährleisten. Wie zuvor aufgezeigt, wird dabei eine Verkehrsverlagerung eine entscheidende Rolle spielen, weg vom überwiegend ausschließlich genutzten motorisierten Individualverkehr hin zur multimodalen Verkehrsmittelnutzung (Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für verschiedene Wege) und zu intermodalen Reiseketten (kombinierte Verkehrsmittelnutzung innerhalb einer Wegekette). Sowohl Angebote des klassischen ÖPNV als auch neue und alternative Mobilitätsformen werden dabei von hoher Relevanz sein. Ermöglicht und getrieben wird diese Verkehrsverlagerung zur Reduzierung der Verkehrsdichte und der verkehrsabhängigen Emissionen durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK). Beispiele dafür sind etwa Ortungstechniken zur Standortbestimmung von Fahrzeugen und Personen sowie mobile Kommunikationsmedien. Diese neuen Technologien treiben die Vernetzung aller Akteure (Anbieter- und Nutzerseite) sowie der verkehrlichen Infrastrukturen und Verkehrsmittel voran. IuK ermöglichen die technische Integration bestehender und neuer Mobilitätsangebote, um Echtzeitdaten zu bündeln und verfügbar zu machen. Es entstehen neue Möglichkeiten zur durchgehenden dynamischen Navigation für Tür-zu-Tür-Wegekette und für die optimierte Kombination von Verkehrsmitteln. Auch die Interaktion zwischen Kunde und Anbieter wird erleichtert, persönliche Präferenzen können besser berücksichtigt werden. So ermöglichen IuK immer ausgereifere und personalisiertere Dienstleistungen, die den Alltag erleichtern.

Ein Beispiel für eine Kundenschnittstelle zu gebündelten Mobilitätsangeboten sind Mobilitätsplattformen, die zunehmend eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Sie erleichtern dem Nutzer den Zugang zu intermodalen beziehungsweise multimodalen Wegekette und somit auch den Abgleich der persönlichen Präferenzen mit den Mobilitätsoptionen.

Die Mehrheit der Experten (43 Prozent wahrscheinlich, 26 Prozent sehr wahrscheinlich) geht davon aus, dass sich im Jahr 2035 Services zur individuellen, verkehrsmittelübergreifenden Reiseplanung etabliert haben und nach Kriterien wie umweltfreundlich, schnell oder günstig auch von einer breiten Bevölkerungsschicht nachgefragt werden.

## 2035: „Angebote zur individuellen, verkehrsmittel-übergreifenden Reiseplanung (seamless travel) unter Berücksichtigung persönlicher Präferenzprofile (etwa umweltfreundlich, schnell, günstig) werden von einer breiten Bevölkerungsschicht nachgefragt.“



N = 103



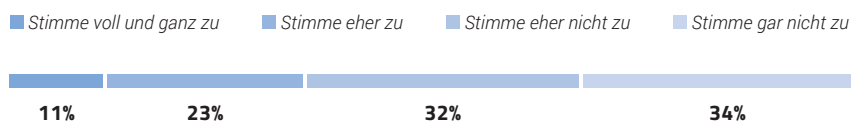
Experten-Einschätzung

So erhöhen die Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Verkehrsmittel, nicht zuletzt auch aufgrund des Anspruchs, in der Regel stets den idealen und schnellsten Weg zu nehmen, die Komplexität des Reisens. Damit sind Unsicherheiten verbunden, sich etwa an ortsfremden Umsteigepunkten nicht orientieren zu können oder Wartezeiten für eine passende Anschlussverbindung in Kauf nehmen zu müssen. Je nach Nutzergruppe (zum Beispiel ältere Menschen, Geschäftsreisende) unterscheiden sich solche Unsicherheiten selbstverständlich nach Art und Gewichtung. Zur Reduktion der mit einer Wegeketten verbundenen Unsicherheiten lässt sich das Konzept der Mobilitätsplattformen, nach dem sämtliche Auskünfte rund um die Tür-zu-Tür Wegeketten komfortabel ausgegeben werden, auch in einer Kombination mit einem Reisebegleitservice weiter denken. So kann ein digitaler Reisebegleitagent mit Hilfe der neuen Visualisierungsformen, zum Beispiel durch Einsatz von Wearables wie Smartphones, Smart Watches oder Datenbrillen, den Reisenden durchgehend und dynamisch navigieren. Dabei endet die Navigation nicht außerhalb von Bahnhöfen oder Flughäfen, sondern lotst den Reisenden quasi von der Tür bis zum Sitzplatz. Störungen, alternative Routen und Verbindungen werden in Echtzeit und dann, wenn es erforderlich ist, dem Reisenden bedarfsgerecht präsentiert. Mit solchen und weiteren Themen beschäftigt sich die Forschung derzeit intensiv. In welcher Form und bis wann sich zum Beispiel digitale Reisebegleitservices tatsächlich etablieren werden, bleibt spannend. 66 Prozent der Bürger können sich derzeit die Vorteile und Praktikabilität einer Navigation noch nicht vorstellen. Dies kann aber auch darin begründet sein, dass auch eine entsprechend häufige und intensive alltägliche Nutzung von intermodalen Mobilitätsangeboten für eine Vielzahl der Bürger noch nicht vorstellbar ist.

## 2016: „Ich möchte individuell und nach meinen Vorlieben durch Flughäfen oder Bahnhöfe geleitet werden, zum Beispiel mit App, Datenbrille.“



Bürger-Einschätzung

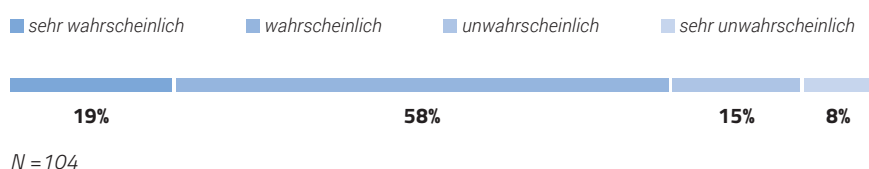


N = 292

Für rentable Geschäftsmodelle, die entsprechend attraktiv für die Nutzer sein müssen, ist neben einer organisatorischen Integration, etwa durch eine integrierte nutzungsbasierte Tarifgestaltung, sowie der informationsbasierten und technischen Integration der Verkehrsmittel auch eine physische Integration an den Verkehrsknotenpunkten sehr wichtig. Ein viel diskutierter Ansatz hierzu ist die Einrichtung sogenannter Mobilitätsstationen oder Mobility Hubs. An diesen Stationen werden die Verkehrsmittel räumlich verknüpft und Umsteigesituationen vereinfacht. Der Zugang zu Mobilitätsangeboten und -dienstleistungen wird sowohl technologisch als auch physisch erleichtert. Der Angebotsumfang einer Station hängt stark von den lokalen Gegebenheiten ab und kann zwei oder mehr Verkehrsmittel miteinander kombinieren. So können zum Beispiel in einem Wohngebiet in der Nähe einer Straßenbahn- oder Bushaltestelle Stellflächen für Car- und Bikesharing-Angebote, Ladesäulen sowie Abstellflächen für Privat-Pkw und Fahrradstellplätze kombiniert werden. Ergänzende Services wie eine Fahrradreparaturstation, Schließfächer und Umkleieräume werten den Standort zusätzlich auf. Eine zuverlässige Information und Wegeleitung zwischen den Verkehrsmitteln sowie leichte Nutzungszugänge wie zum Beispiel durch eine Mobilitätskarte für alle Services, verbunden mit einer nutzungsgerechten monatlichen Abrechnung, runden das Angebot ab. Zudem kann eine Anbindung von Fernbusbahnhöfen als komfortable Schnittstelle zwischen innerstädtischen Verkehrsmitteln und dem Fernverkehr fungieren. Dadurch kann zusätzlich ein multimodales Verkehrsverhalten begünstigt und somit ebenfalls dem vermehrten Verkehrsaufkommen durch den motorisierten Individualverkehr entgegengewirkt werden.

77 Prozent der Experten halten es für wahrscheinlich, dass Haltestellen zu solchen intelligenten An- und Abfahrpunkten für ÖPNV und neue Mobilitätsdienstleistungen werden. Nur 23 Prozent halten dies für unwahrscheinlich.

## 2035: „Haltestellen sind zu intelligenten An- und Abfahrpunkten für den ÖPNV geworden, ausgestattet mit zum Beispiel interaktiven Multimediafenstern für Information, Werbung und Buchungsmöglichkeit auch für private Mitnahmeverkehre sowie Betankungs- und Aufladeinfrastruktur für die Fahrzeuge.“



Experten-Einschätzung

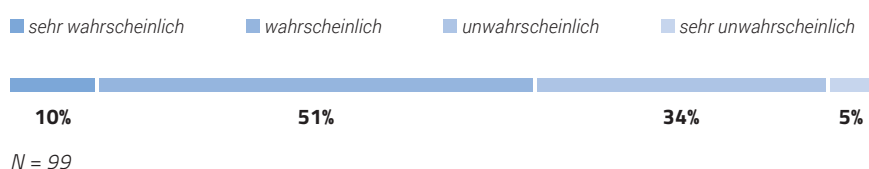
### TREND 3: Neue Belieferungskonzepte

Mobile Endgeräte, Internethandel und Social Media haben das Konsumverhalten stark verändert. Die individuellen Kundenanforderungen steigen. Im Bereich der Kurier-, Express- und Paketdienstleistungen zeigt sich der anhaltende Trend zu kleinteiligen Einzeltransporten. Zudem werden durch den Trend zur Individualisierung von Handel und Produktion auch individuelle Transportdienstleistungen weiter ansteigen. So erhöht sich zum Beispiel der Anteil frischer Waren bei Internetbestellungen.<sup>1</sup> Immer kürzere Lieferzeiten werden möglich. Große Internethändler machen es bereits mit tagesgleichen Lieferungen in städtischen Gebieten vor.

<sup>1</sup> vgl. Kuhn 2014

61 Prozent der Experten erwarten, dass bis 2035 in urbanen Räumen die Standard-Lieferzeit für den Online-Handel nur noch maximal eine Stunde beträgt. Knapp 40 Prozent halten diese Zukunftsthese für unwahrscheinlich.

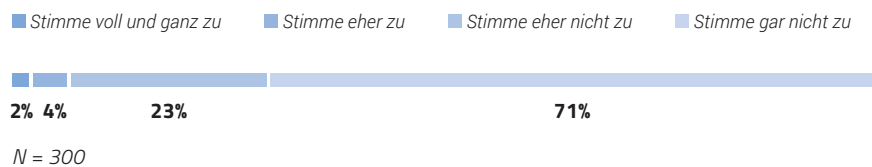
## 2035: „Same-hour-Delivery ist im urbanen Raum zur Standard-Lieferzeit im Online-Handel geworden.“



Experten-Einschätzung

Eine überwiegende Mehrheit von 94 Prozent der Bürger erwartet nicht, dass online bestellte Waren innerhalb einer Stunde geliefert werden. So stellt sich also die Frage, für welche Zielgruppe Entwicklungen hin zu einer extrem verkürzten Lieferzeit interessant sind – insbesondere wenn man bedenkt, dass im Sinne einer effizienten und ressourcenschonenden Planung von Lieferverkehren auch die Entschleunigung von Lieferprozessen, beispielsweise durch Konsolidierung von Sendungen oder durch zeitlich verlagerte beziehungsweise begrenzte Lieferfenster, diskutiert wird.

## 2016: „Ich erwarte, dass online bestellte Ware innerhalb einer Stunde geliefert wird.“



## 94 Prozent der befragten Bürger erwarten keine Lieferung innerhalb einer Stunde.

Ergebnis Online-Befragung

Aufgrund der knappen Flächen, der hohen Umwelt- und Lärmbelastung sowie des zunehmend überlasteten Straßennetzes in städtischen Räumen sind neue Belieferungskonzepte gefragt, die bestehende Konzepte ergänzen oder teilweise auch substituieren. So erlebt beispielsweise das Lastenrad gerade eine Renaissance auf der letzten Meile. Aufgrund moderner elektrischer Antriebe und der schmalen Bauweise können diese emissionsfrei im städtischen Straßennetz agieren und auch Zufahrtwege nutzen, die für motorisierte vierrädrige Nutzfahrzeuge nicht passierbar sind. So werden gerade Konzepte getestet, in denen Lastenräder ausgehend von sogenannten Micro Hubs in zentraler Lage mit Waren versorgt werden und von dort aus die Feinverteilung vornehmen. Zudem sind auch bisher weniger für den Gütertransport genutzte Konzepte wie Drohnen oder Hoch- beziehungsweise Seilbahnen sowie leise Nachtbelieferungen aufgrund elektromobiler Antriebe Gegenstand der Forschung, ebenso wie die Entkopplung von Lieferung und Warenannahme.

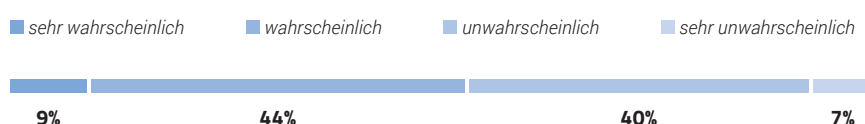


## „Für 2035 ist ein Anteil von 50 Prozent an Lastenrädern auf der letzten Meile realistisch.“

Markus Riese, Geschäftsführer, Riese & Müller GmbH

Ob neue Belieferungskonzepte auf der letzten Meile die konventionelle Güterverteilung bis 2035 ablösen, sehen die Experten skeptisch. So hält dies mit 53 Prozent gut die Hälfte der Experten für wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich. Die Experten sind sich in dieser Frage jedoch uneinig, welche Entwicklungen für 2035 zu erwarten sind. Sicherlich stellt sich hierbei auch die Frage, wie genau neue Belieferungskonzepte im Hinblick auf 2035 aussehen und technisch sowie gestalterisch im Stadtbild umgesetzt werden können. Diese Frage wird die Forschung gemeinsam mit Anwendern und der Politik durch Konzepte und Pilotprojekte in Verbindung mit der Frage der Investition schrittweise klären müssen.

## 2035: „Neue Belieferungskonzepte auf der letzten Meile wie zum Beispiel Drohnen, Hochbahnen, Lastenräder oder Kofferraumzustellung haben die konventionelle Güterverteilung abgelöst.“



N = 102



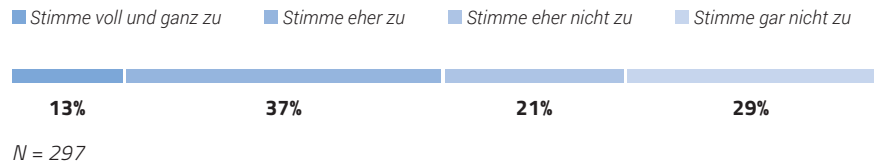
Experten-Einschätzung

Die Hälfte der befragten Bürger würde Zustellern beschränkten Zugriff auf private Bereiche wie den Kofferraum gewähren, wohingegen die andere Hälfte dem eher kritisch gegenüber steht. Das heißt, auch die Bürger sind geteilter Ansicht, ob sie künftig solchen neuen Belieferungskonzepten offen gegenüber stehen beziehungsweise diese überhaupt möchten.

## 2016: „Ich bin bereit, dem Zusteller / Abholer von Waren / Retouren beschränkten Zugriff auf private Bereiche (zum Beispiel Kofferraum, Paketbox) zu gewähren.“



Bürger-Einschätzung



Nicht nur für den städtischen Raum werden neue Konzepte benötigt, sondern auch für den ländlichen Raum, der zunehmend gegen sinkende Bevölkerungszahlen kämpft, bedarf es neuer logistischer Lösungen. Der kombiBUS beispielsweise ist ein Linienbus, der neben Passagieren auch Güter befördert (sowohl private als auch kommerzielle Sendungen).<sup>1</sup>

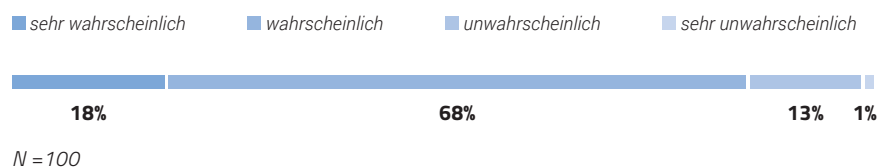
<sup>1</sup> vgl. kombiBus 2016

In Bezug auf die Anbindung ländlicher Räume prognostizieren die Experten, dass sich innovative Geschäftsmodelle zur Versorgung ländlicher Regionen etablieren werden, 68 Prozent halten dies für wahrscheinlich, 18 Prozent sogar für sehr wahrscheinlich. Lediglich 14 Prozent halten diese Zukunftsthese für unwahrscheinlich.

## 2035: „Trotz des anhaltenden Trends zur Urbanisierung haben sich innovative Geschäftsmodelle zur Versorgung ländlicher Regionen mit Gütern und Dienstleistungen etabliert.“



Experten-Einschätzung



#### TREND 4: Restrukturierung urbaner Güterströme

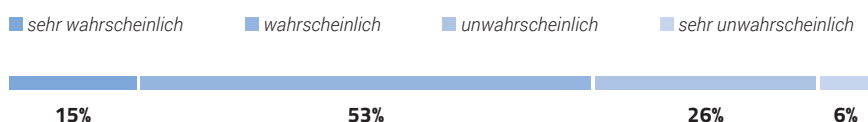
Ein anderer Ansatz zur Entlastung des städtischen Verkehrssystems liegt in einer grundsätzlichen Restrukturierung von Güterströmen.

**„Früher war ich mehr für Wettbewerb, als Generator von Innovationen. Heute halte ich Kooperationen für wichtiger als den Wettbewerb; sie bringen Stabilität in komplexe Systeme.“**

*Wolfgang Rausch, Geschäftsführer, Nordhessischer VerkehrsVerbund (NVV)*

Die Mehrheit der Experten ist mit 68 Prozent der Meinung, dass die zielreine Konsolidierung von Güterströmen in urbanen Logistikzentren an der Stadtgrenze zu einer Reduzierung der städtischen Lieferverkehre beiträgt. 32 Prozent halten diese Zukunftsthese hingegen für unwahrscheinlich. Hier wird großes Potenzial gesehen, durch kooperative Konzepte die Güterströme an den Stadtgrenzen zu bündeln und effizient in die Feinverteilung zu gehen, etwa über die Ausschreibung der letzten Meile. Zukünftig werden sicherlich Städte und Kommunen gefragt sein, eine koordinierende und organisierende Position einzunehmen, damit logistische Ressourcen von den verschiedenen im Wettbewerb stehenden Akteuren gemeinsam genutzt werden und die Zufahrtsregelungen für die städtischen Bereiche sinnvoll eingerichtet werden.

**2035: „In urbanen Logistikzentren an den Stadtgrenzen werden Güterströme zielrein konsolidiert, was zur Reduzierung der städtischen Lieferverkehre beiträgt.“**



N = 100



Experten-Einschätzung

## Die Mehrheit der befragten Experten ist der Meinung, dass 2035 die zielreine Konsolidierung von Güterströmen in urbanen Logistikzentren an der Stadtgrenze zu einer Reduzierung der städtischen Lieferverkehre beiträgt.

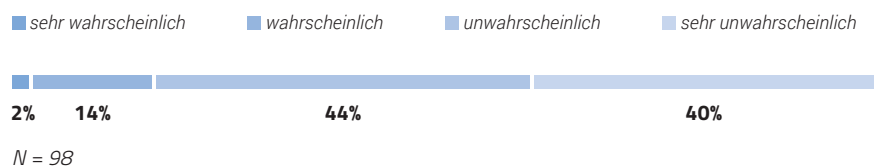
Ergebnis Online-Befragung

Extrem innovative Ansätze zur Belieferung in kapselartigen Tunnelsystemen werden dagegen von einer Mehrheit der Experten (84 Prozent) für unwahrscheinlich bis sehr unwahrscheinlich gehalten.

## 2035: „In Großstädten werden Güter in unterirdischen Tunnel-Systemen (kapselartige Vehikel) bewegt.“



Experten-Einschätzung



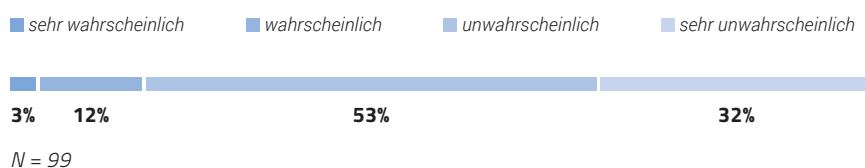
In die technologische und konzeptionelle Weiterentwicklung eines solchen Konzepts investiert beispielweise gerade das amerikanische Unternehmen Hyperloop One in der Schweiz. Mit dem Projekt Cargo sous terrain (CST) soll von 2030 an ein nachhaltiges und privat finanziertes Gesamtlogistiksystem eingeführt werden, das auf zwei Basiselementen beruht: einem unterirdischen Transporttunnel und einer umweltfreundlichen wie effizienten Güterfeinverteilung in urbanen Zentren. So kann durch Trennung von oberirdischen Personenverkehren und unterirdischen Güterverkehren eine Entlastung des Verkehrssystems erreicht werden.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cargo Sous Terrain 2016

Im Zukunftsworkshop wurde aufgrund des Zeithorizonts und der baulichen Investitionskosten derartigen Konzepten wenig Erfolgsaussicht zugesprochen. Vielmehr sollten Seilbahnsysteme wie in der bolivianischen Metropole La Paz mit dem größten Stadt-Seilbahn-Netz der Welt, verkehrsunabhängige Cargo-Trassen oder stadtnahe Binnenwasserwege verstärkt in die Überlegungen für innovative Lösungsansätze einbezogen werden. Dies zeigt, dass innovative Ansätze vielfältig diskutiert werden. Die Experten im Zukunftsworkshop wiesen zudem darauf hin, dass deutlich mehr ein Vorgehen nach der „Trial and Error Methode“ („Versuch und Irrtum“) gefördert werden müsse, damit innovative Konzepte umgesetzt werden.

Dass Güterströme und Personenverkehre sich in Städten generell komplett voneinander trennen lassen, halten nur 15 Prozent der Experten für wahrscheinlich. Diese Meinung teilten auch die Experten im Zukunftsworkshop, zumindest hinsichtlich der räumlichen Trennung. Der zeitlichen Trennung der verschiedenen Verkehre wurde aber durchaus ein großes Potenzial zugesprochen und angeregt, diesem Thema auch auf städtischer beziehungsweise kommunaler Ebene Raum für Diskussion von Konzepten zu geben.

## 2035: „Güter- und Personenverkehrsströme sind in Städten komplett voneinander getrennt. Dies ist durch die konsequente räumliche Verlagerung (zum Beispiel unterirdische Belieferung) sowie zeitliche Verlagerung (zum Beispiel Nachtbelieferung) möglich.“



Experten-Einschätzung

## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

### Hyperloop, Cargo sous Terrain und CargoCap

Das 21. Jahrhundert ist das Jahrhundert der Megacities und Metropolregionen. Der enorme Bevölkerungszuwachs und gestiegene Mobilitätsbedürfnisse lassen sich durch den motorisierten Individualverkehr nicht mehr befriedigen. Massentransportmittel und damit verbundene Entwicklungen wie Hyperloop, der Menschen in geschlossenen Kabinen durch nahezu luftleere Röhren (ober- und unterirdisch) mit Geschwindigkeiten von bis zu 1000 km/h transportieren kann, zeigen einen möglichen Weg in die Zukunft.

Das Schweizer Projekt „Cargo sous Terrain“ will von 2030 an ein unterirdisches Gütertransportsystem aufbauen. In dreispurigen Tunnel sollen Transportfahrzeuge mit einer konstanten Geschwindigkeit von 30 km/h verkehren, die an sogenannten Hubs Paletten und Behälter vollautomatisch aufnehmen. Hyperloop One hat sich an diesem Projekt Anfang 2016 beteiligt.

Tunnel nutzt auch das Cargocap-System. In Röhren von zwei Meter Durchmesser transportieren Caps jeweils zwei Euro-Paletten. Die Caps werden ebenfalls vollautomatisch beladen.



### Paketzustellung mit Drohnen

Drohnen erweitern die Möglichkeit für Logistiker, Päckchen und Pakete schnell auch dort zuzustellen, wo beispielsweise Zugänge erschwert oder kaum möglich sind (Inseln und Gebiete ohne Allwetterstraßen). Neben Amazon experimentieren DHL und Fraunhofer mit den kleinen Fluggeräten, die am Ende des Tages auch autonom fliegen können. Haupteinsatzgebiete sind ländliche und schwer zugängliche Gebiete. In Städten werden Drohnen vermutlich nur sehr eilige Fracht zustellen.



◀ © Mopic / Fotolia

### Lastenräder

Lastenräder erweitern die Möglichkeit individueller Mobilität, verbunden mit dem Transport von Kindern oder Lasten. Der Einsatz solcher Zwei- und Dreiräder vermindert die Emissionsbelastung in den Städten und hilft, dem Ziel der EU der abgasfreien Innenstadt bis 2030 näher zu kommen. Rund 42 Prozent der von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren durchgeführten Zustellungen und 19 Prozent der Fahrleistung könnten mit Elektro-Lastenrädern substituiert werden.<sup>1</sup>

◊ Vgl. Gruber 2015



◀ © Riese & Müller GmbH



▲ © Arne Landwehr / RMV

### Mobilitäts-App

Mit der wachsenden Durchdringung des Kommunikationsmarktes mit Smartphones wächst die Bedeutung des digitalen Begleiters auch für unsere Mobilität im Alltag. Planen – Buchen – Bezahlen: all das machen Apps möglich, die dem Kunden die Reise so einfach wie möglich machen. ((eSIM 2020, ein Projekt mit Beteiligung des RMV, wird das elektronische Fahrgeldmanagement optimieren: Mittelfristig wird der Kunde, ohne aktiv werden zu müssen, Verkehrsmittel nutzen können. Die Abrechnung der einzelnen Reisen erfolgt zum Monatsende automatisch.



▲ © Kiezkaufhaus

### Kiezkaufhaus

Der Online-Handel nimmt an Bedeutung zu, one-day-delivery-Angebote werden zunehmend populärer. Die Nachteile sind offenkundig: Kaufkraft fließt aus den Städten ab und Geschäfte vor Ort, die wichtig für die Lebendigkeit der Innenstädte sind, geraten zunehmend in Bedrängnis. Das Konzept Kiezkaufhaus in Wiesbaden bietet gleich mehrfach eine schlüssige Lösung: Auf einer Internetplattform präsentieren lokale Geschäfte und Händler ihr Angebot, Einwohner bestellen diese Waren online, die noch am gleichen Tag mit Cargo-Bikes (emissionsfrei) angeliefert werden. Die Fahrer sind Angestellte und werden ordentlich bezahlt.



▲ © Imago

### Land Airbus China

Die optimierte Nutzung von Infrastrukturen ist eine wirkungsvolle Maßnahme, um bei knappen Ressourcen (Zeit, Geld) vorhandene Systeme effizienter zu nutzen. TBS China hat mit dem System Land Airbus ein Modell vorgestellt, wie ein schienegebundenes Verkehrssystem den Straßenraum nutzt, um ein Massentransportmittel zu implementieren. Der Straddling-Bus ist so konzipiert, dass er auf Schienen entlang an den beiden Begrenzungen einer PKW-Spur geführt wird. Dabei ist er so hoch ausgelegt, dass Fahrzeuge des klassischen Straßenverkehrs unter ihm, wie durch einen Tunnel, fahren können. Er soll mit 40 km/h vor allem in großen Städten unterwegs sein,



kann bis zu 1200 Passagiere in drei Wagen gleichzeitig transportieren und spart nach Angaben des Herstellers bis zu 860 Tonnen Diesel pro Jahr ein.



▲ © chombosan / Fotolia

### Urban Data Space

Städte als Zentren des gesellschaftlichen und ökonomischen Wandels generieren extrem große Datenmengen, die weitgehend oder fast überhaupt nicht erfasst, strukturiert und ausgewertet werden. Dabei gelten Daten, vor allem strukturierte Daten (smart Data), als die Währung des 21. Jahrhunderts.

Durch den Urban Data Space, einer Initiative des Fraunhofer IML für sicheren urbanen Datenaustausch, können sich die einzelnen Akteure eines urbanen Raums verbinden, Daten teilen, Transparenz schaffen und Mehrwert erzeugen. Eine zentrale Datenplattform, die sicheren Datenaustausch ermöglicht, bringt so eine große urbane Transparenz mit sich und ermöglicht neue Services und Geschäftsmodelle auf Basis dieser neuen Erkenntnisse. Die Anforderungen an solch eine Datenplattform sind hoch: Übertragungssicherheit, Transparenz, Anonymisierung, Modularität und Offenheit müssen sichergestellt und eine sinnvolle Datenhaltung etabliert werden.

Die Fraunhofer-Gesellschaft verfolgt in der Initiative „Industrial Data Space“ die Entwicklung einer ähnlichen Plattformstruktur für sicheren Datenaustausch zwischen Unternehmen. Die Entwicklung des Urban Data Space basiert auf den Erkenntnissen dieser Initiative und wendet bestehende Lösungen für den urbanen Anwendungsfall an.

## 3.5 / INTELLIGENTE VERKEHRSSYSTEME

*In Zukunft werden die hessischen Straßen ihre Kapazitätsgrenze überschritten haben. Der Einsatz intelligenter Verkehrssteuerung soll die negativen Effekte des Verkehrs reduzieren. Verkehrseffizienz und Verkehrssicherheit müssen gesteigert, bestehende Verkehrskonzepte optimiert werden. Technologische Innovationen, zum Beispiel autonomes Fahren, revolutionieren das System.*





## Einführung

In Deutschland stehen den mehr als 45 Millionen zugelassenen Personenkraftwagen rund 230.000 Kilometer überörtliches Straßennetz zur Verfügung, wovon 12.900 Kilometer auf Autobahnen entfallen.<sup>1</sup> Mehr als 3,5 Millionen der Personenkraftwagen sind allein in Hessen gemeldet. Das Frankfurter Kreuz queren täglich 350.000 Fahrzeuge.<sup>2</sup> Die Staulänge auf Autobahnen in Deutschland verdreifachte sich im Zeitraum von 2002 bis 2015 und betrug im Jahr 2015 etwa 1.100.000 Kilometer, worin sich die kontinuierlich zunehmende Verkehrsdichte im Straßenverkehr widerspiegelt.<sup>3</sup> Zudem ist Stau nicht nur lästig, sondern belastet auch in hohem Maße Umwelt wie Wirtschaft, etwa durch einen deutlichen Mehrverbrauch an Kraftstoffen sowie durch Zeitkosten. In Hessen ist das starke Verkehrsaufkommen unter anderem auf seine Rolle als europäische Verkehrsdrehscheibe zurückzuführen. Durchgangs- und Transitverkehre belasten die Schienen- und Straßeninfrastruktur zusätzlich zu den Binnen-, Quell- und Zielverkehren stark. Dies zeigt bereits der Vergleich der durchschnittlich täglich auf einem Autobahnkilometer fahrenden Fahrzeuge: Deutschlandweit sind es etwa 52.000 Fahrzeuge, wohingegen beispielsweise im Rhein-Main-Gebiet deutlich mehr als 100.000 Fahrzeuge pro Tag einem Autobahnkilometer zuzurechnen sind.<sup>4</sup> Zudem war 2015 die A3, dicht gefolgt von der A5, Stauspitzenreiter und Hessen belegte im Stauvergleich nach Bundesländern den 4. Platz.<sup>5</sup> Aufgrund der zentralen Lage Hessens in Deutschland und Europa ist seine Verkehrsinfrastruktur stark belastet und hat durch die steigende Verkehrsdichte im Personen- und Güterverkehr bereits die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit erreicht beziehungsweise überschreitet diese in Ballungsräumen zunehmend. Die durch das BMVI in Auftrag gegebene Verkehrsprognose 2030 sagt weiterhin eine starke Zunahme der Verkehrsleistung in Deutschland für Güterverkehr (+ 38 Prozent in Tonnenkilometern) und Personenverkehr (+ 13 Prozent in Personenkilometern) voraus.<sup>6</sup> Mit einer hohen Verkehrsleistung sind auch erhöhte Belastungen hinsichtlich Lärm und Abgase verbunden. Sowohl Fläche als auch Investitionsmittel für einen

Infrastrukturausbau zur Entlastung der Verkehrsträger sind knappe Ressourcen. Ein erfolgsversprechender Ansatz, um diese Herausforderung zu bewältigen, liegt in der effizienten und ressourcenschonenden Nutzung vorhandener Infrastrukturen.

Zur Wahrung des verkehrspolitischen Ziels der bedarfsgerechten, sicheren und umweltverträglichen Mobilität wird aktuell die Strategie „Mobiles Hessen 2020“ entwickelt. Diese wird der hessischen Mobilitätspolitik als Leitlinie dienen und verfolgt die intelligente Verknüpfung von Verkehrsträgern und -infrastruktur sowie ein verkehrsträgerübergreifendes Mobilitätsmanagement.<sup>7</sup> Ein wesentliches Instrument dieser Strategie bilden die sogenannten Intelligenen Verkehrssysteme (IVS).

Dass diese einen besonders erfolgsversprechenden Ansatz bieten, zeigt sich bereits darin, dass die Europäische Kommission den Einsatz von IVS im Straßenverkehr beschleunigen möchte. So konnte basierend auf der Richtlinie 2010/40/EU ein nationaler „IVS-Aktionsplan ‚Straße‘ – Koordinierte Weiterentwicklung bestehender und beschleunigte Einführung neuer Intelligenter Verkehrssysteme in Deutschland bis 2020“ sowie im Juni 2013 das Intelligente Verkehrssysteme Gesetz (IVSG) verabschiedet werden: „Als ‚Intelligente Verkehrssysteme‘ werden Systeme bezeichnet, bei denen Informations- und Kommunikations-

<sup>1</sup> vgl. Statistisches Bundesamt 2016a

<sup>2</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016a

<sup>3</sup> vgl. Statista 2016c

<sup>4</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016b

<sup>5</sup> vgl. ADAC 2016

<sup>6</sup> vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2014

<sup>7</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung 2016c

technologien im Straßenverkehr und an den Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern eingesetzt werden“ (IVSG).<sup>1</sup>

Eine genauere Definition der Begrifflichkeiten wird im IVS-Aktionsplan „Straße“ vorgenommen: „Intelligente Verkehrssysteme (IVS) – engl. Intelligent Transport Systems (ITS) – verstehen sich als Anwendungen, bei denen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zur Realisierung der Erfassung, der Übermittlung, der Verarbeitung und des Austauschs verkehrsbezogener Daten und Informationen eingesetzt werden.“<sup>2</sup> Der Begriff „Verkehrssystem“ basiert auf dem Zusammenspiel von Straße und Umgebung, Fahrzeug und Fahrzeugführer. „Intelligent“ ist im Sinne eines Informations- und Kenntniserwerbs durch Sammlung und Auswertung von Daten zu verstehen. IVS nutzen Informations- und Kommunikationstechnologien wie drahtlose Kommunikation, digitalen Rundfunk und satellitengestützte Ortung. Sie sollen einen maßgeblichen Beitrag zur Verkehrssicherheit, Verkehrseffizienz und Abmilderung negativer verkehrlicher Umweltauswirkungen leisten.<sup>3</sup>

Ein bekanntes Beispiel zur Verbesserung des Verkehrsflusses stellt die kollektive Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen mit ortsfesten Schilderbrücken oder Wechselverkehrszeichen dar. So kann beispielsweise durch Warnungen, Reisezeitinformationen, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder temporäre Seitenstreifenfreigaben der Verkehr vorteilhaft beeinflusst werden. Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung, sowohl von Straßeninfrastruktur als auch von Fahrzeugen, versprechen kooperative und automatisierte Systeme künftig einen entscheidenden Beitrag zu intelligenten Verkehrslösungen zu leisten. In einem kooperativen System (Car-to-X-Kommunikation) sind Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur vernetzt. Der Fahrer wird durch Fahrerassistenzsysteme zum Beispiel über optimale Geschwindigkeiten zur Erreichung einer grünen Ampelphase, über Gefahrenbremsungen vorausfahrender Wagen oder Verkehrslagen, etwa an Baustellen, im Voraus informiert.<sup>4</sup>

Hessen beziehungsweise Hessen Mobil engagiert sich bereits in zahlreichen nationalen und europäischen Forschungs- und Kooperationsprojekten, um die Einführung kooperativer Systeme voranzutreiben. Besonders hervorzuheben ist hier das Projekt „simTD – Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland“. Hierzu lief 2012 im Raum Friedberg-Frankfurt der weltweit größte Feldversuch. Dieser befasste sich mit kooperativen Systemen im realen Straßennetz. In den nächsten Jahren soll das existierende Testfeld für kooperative Systeme im Raum Hessen zu einem Testfeld für das automatisierte Fahren weiter ausgebaut werden, denn dieses ergänzt sich sehr gut mit den Anforderungen des vernetzten kooperativen Verkehrs. So können automatisierte Fahraufgaben zum Beispiel Fahrfehler ausgleichen oder den Fahrer entlasten.<sup>5</sup>

Welche Stufe des automatisierten Fahrens 2035 tatsächlich erreicht sein wird, lässt sich nicht voraussagen. Klar ist aber, dass die automatisierten Funktionen ein hohes Potenzial aufweisen, um intelligente Verkehrssysteme sicherer, effizienter und komfortabler zu machen. Bereits heute stehen hoch- wie vollautomatisierte Fahr- und Parkfunktionen (zum Beispiel Staufolgefahren, Fahren auf der Autobahn, Valet Parking) kurz vor der Markteinführung.

<sup>1</sup> vgl. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2016; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016

<sup>2</sup> vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2012

<sup>3</sup> vgl. Lotz et al. 2014: 7ff., 21f.

<sup>4</sup> vgl. Hessen Mobil 2016

<sup>5</sup> vgl. Hessen Mobil 2016

Stufen des automatisierten Fahrens<sup>1</sup>

	Fahrer	Automation
<b>Stufe 0</b> <b>Driver only</b>	Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querführung aus.	Kein eingreifendes Fahrzeugsystem aktiv
<b>Stufe 1</b> <b>Assistiert</b>	Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querführung aus.	System übernimmt die jeweils andere Funktion
<b>Stufe 2</b> <b>Teilautomatisiert</b>	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen.	System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall.
<b>Stufe 3</b> <b>Hochautomatisiert</b>	Fahrer muss das System nicht mehr dauerhaft überwachen. Muss potenziell in der Lage sein, zu übernehmen.	System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall. Erkennt Systemgrenzen und fordert Fahrer zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve auf.
<b>Stufe 4</b> <b>Vollautomatisiert</b>	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall	System kann im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen automatisch bewältigen.
<b>Stufe 5</b> <b>Fahrerlos</b>	Kein Fahrer erforderlich.	System kann während der ganzen Fahrt alle Situationen automatisch bewältigen.

<sup>1</sup> vgl. *Verband der Automobilindustrie 2016*

Bevor sich allerdings fahrerlose Fahrzeuge in das alltägliche Straßenbild in Deutschland integrieren, sind wichtige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Tests und juristische Anpassungen noch zu leisten.

## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Stau- und Emissions-reduzierende Verkehrssteuerung

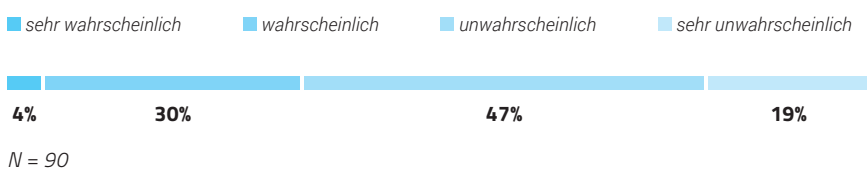
Industrie und Wissenschaft arbeiten mit Hochdruck an Systemen zur intelligenten Verkehrssteuerung. Intelligente Ampelschaltungen, flexible Umfahrungen und die gezielte Steuerung und Navigation von Fahrzeugen, noch bevor Staus auftreten, sind wichtige Elemente, die für staufreie Straßen und einen fließenden Verkehr sorgen sollen.

## „In 20 Jahren wird sich nicht alles auf den Kopf stellen.“

Burkhard Vieth, Präsident, Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement

34 Prozent der befragten Experten halten es für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, dass Hessen im Jahr 2035 staufrei sein wird. Wenn auch die Zustimmung zu völliger Staufreiheit auf Hessens Straßen limitiert ist, so kann zumindest von einem Staurückgang ausgegangen werden, wenn der Verkehr zunehmend intelligent gesteuert werden kann. Allein dieser Aspekt würde bereits zu einer Entspannung der Verkehrssituation führen.

## 2035: „Durch eine intelligente Verkehrssteuerung gibt es keine Staus mehr auf hessischen Straßen.“



Experten-Einschätzung

**Die Minderheit der befragten Experten erwartet, dass sich die Stausproblematik auf hessischen Straßen bis 2035 vollständig lösen lässt.**

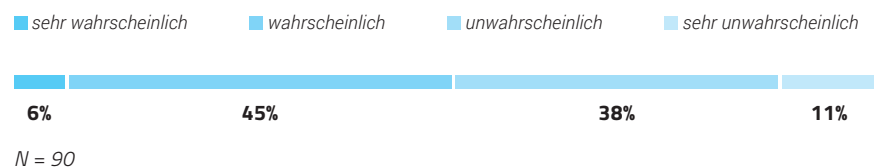
Ergebnis Online-Befragung

Im urbanen Raum macht der Parkraumsuchverkehr einen enormen Anteil am Gesamtverkehr aus. Autos, die minutenlang durch Straßen kurven, durch langsames Fahren den Verkehrsfluss beeinträchtigen und zusätzliche Emissionen durch unnötig zurückgelegte Kilometer verursachen, stellen ein großes Problem dar, das es zu reduzieren gilt. Bereits heute gibt es eine Reihe von Systemen, die den urbanen Verkehr entlasten sollen, indem Fahrer direkt zu ihrem Parkplatz gelotst werden, wie beispielsweise Anwendungen von Ampido oder Parkpocket. Mit zunehmender Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeugen ist davon auszugehen, dass noch ausgefeiltere und effektivere Parkleitsysteme auf den Markt kommen können, die den Fahrer durch Navigationssysteme, Smartphones oder in der Infrastruktur installierte Systeme direkt zum Parkplatz leiten können. Dennoch sind sich die Experten uneinig darüber, welchen Einfluss intelligente Leitsysteme auf den Parkraumsuchverkehr in Hessen haben könnten. 51 Prozent der Experten halten es für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, dass der Parkraumsuchverkehr bis 2035 von den hessischen Straßen verschwindet. 49 Prozent halten dagegen und bewerten diese Aussage als unwahrscheinlich bis sehr unwahrscheinlich.

## 2035: „Durch den flächendeckenden Einsatz von intelligenten, individuellen Leitsystemen gibt es keine Parkraumsuchverkehre in Hessens Städten mehr.“



Experten-Einschätzung

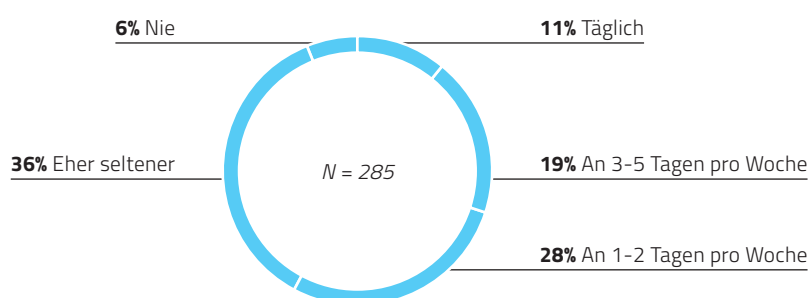


Aus der Bürgerbefragung lässt sich ein vergleichendes Bild entwickeln zwischen der Wahrnehmung der heutigen Staubildung und der Erwartung für das Jahr 2035. Der Anteil der Bürger, die es für wahrscheinlich halten, im Jahr 2035 eher selten bis nie im Stau zu stehen, wächst ausgehend von der aktuellen Stausituation in 2016 von 42 Prozent auf 57 Prozent an. Das bedeutet, die Bürger erwarten insgesamt ebenfalls keine vollständige Staufreiheit, jedoch einen deutlichen Rückgang des Stauaufkommens bis zum Jahr 2035.



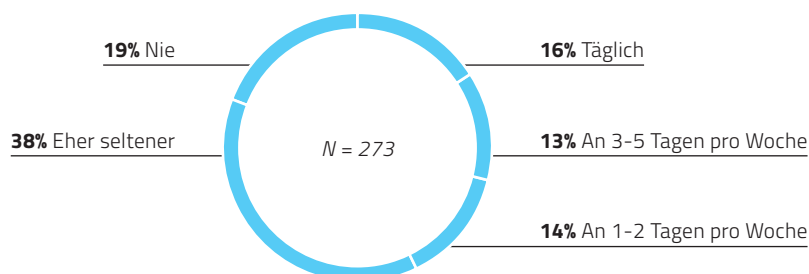
## „Durch eine intelligente Verkehrssteuerung lassen sich Staus auf hessischen Straßen reduzieren / vermeiden. Bitte schätzen Sie: Wie häufig stehen Sie mit dem Auto, dem Bus oder der Straßenbahn werktags im Stau?“

### Heute:



Bürger-Einschätzung

### 2035:



#### TREND 2: Intelligente Parksysteme

Parkraumdetektion wird auf der Grundlage verschiedenster Technologien vorangetrieben. Aktive Parkraumdetektion findet mithilfe von Bodensensoren statt, die freie Parkplätze an ein zentrales Backend melden, das wiederum Parkraumsuchende mit entsprechenden Informationen versorgen kann. Parallel dazu wird an passiven Parkraumdetektionssystemen gearbeitet, bei denen zum Beispiel vorbeifahrende Autos mit Hilfe von Sensoren freien Parkraum erfassen. Hinzu kommen autonome Parksysteme, die insbesondere platzsparend sein sollen (Valet-Parken). Auch für den Güterverkehr werden neue Lösungen (weiter) entwickelt. So wird derzeit geprüft, an welchen Rastplätzen sich das Telematik-gestützte Kolonnenparken effektiv einsetzen lässt. Beispielsweise an der Raststätte Montabaur an der A3 wird diese Technik bereits eingesetzt. Lkw parken dabei platzsparend hintereinander, ohne sich gegenseitig einzuparken. Dies ist möglich, indem sie ihre Parkplätze entsprechend ihrer bei

<sup>1</sup> vgl. Landesbetrieb Mobilität  
Rheinland-Pfalz LBM 2016

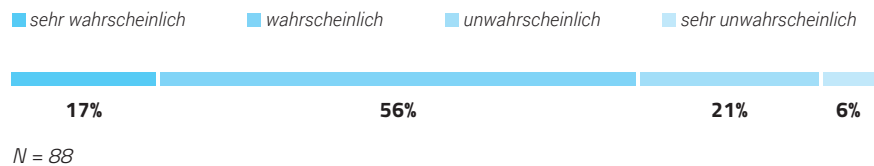
Ankunft an einem Rasthofterminal abgefragten Abfahrtszeiten zugewiesen bekommen und diejenigen mit früher Abfahrtszeit dann in der ersten Reihe stehen. Durch das dichtere Abstellen der Lkw lässt sich die Anzahl der verfügbaren Parkplätze verdoppeln.<sup>1</sup>

Die Experteneinschätzungen zum telematischen Lkw-Parken sind sehr positiv. 73 Prozent der Experten bewerteten das Kolonnenparken an allen hessischen Autobahnen mit wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich.

## 2035: „Alle Rastplätze auf hessischen Autobahnen sind auf telematisches Lkw-Parken umgestellt, zum Beispiel Kolonnenparken (Lkws werden nach Abfahrtszeiten sortiert und dicht hintereinander geparkt).“



Experten-Einschätzung



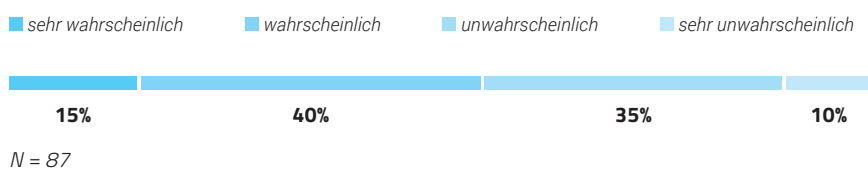
## Die Mehrheit der befragten Experten prognostiziert, dass bis 2035 alle Rastplätze an hessischen Autobahnen auf telematisches Lkw-Parken umgestellt sind.

Ergebnis Online-Befragung

Etwas zurückhaltender sind die Experten, was das vollautomatisierte Einparken in hessischen Großstädten betrifft. Eine knappe Mehrheit der Experten (55 Prozent) hält es für wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich, dass bis zum Jahr 2035 vollautomatische Parksysteme in hessischen Großstädten etabliert sind.

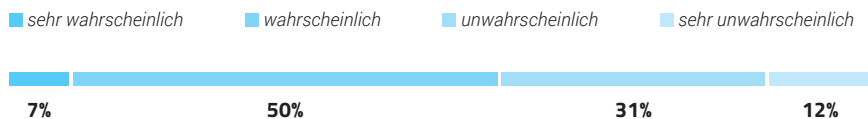
Jedoch finden sich entlang verschiedener Expertengruppen deutliche Unterschiede in dieser Einschätzung: Experten aus Politik und öffentlicher Verwaltung halten vollautomatisiertes Parken mit rund 57 Prozent für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, Experten aus der Wirtschaft mit etwa 50 Prozent und Experten aus der Wissenschaft mit 85 Prozent.

## 2035: „Vollautomatische Parksysteime, in denen Autos systemgesteuert eingelagert werden, sind in allen hessischen Großstädten etabliert.“

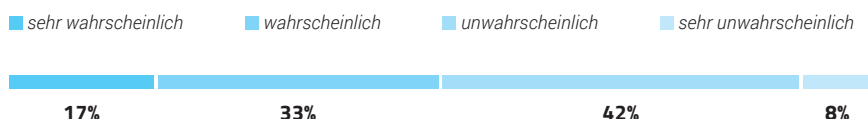


Experten-Einschätzung

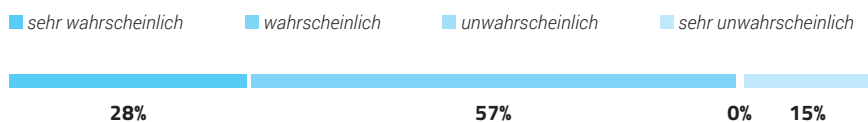
### Politik und öffentliche Verwaltung



### Wirtschaft



### Wissenschaft



### TREND 3: Rückgang von Verkehrsunfällen

Obwohl die Zahl der Verkehrstoten bereits rückläufig ist, kommen jährlich nach wie vor mehr als 3000 Menschen auf deutschen Straßen ums Leben.<sup>1</sup> Im Jahr 2015 starben auf hessischen Straßen 254 Personen in Folge eines Verkehrsunfalles.<sup>2</sup> Systeme wie eCall dienen dazu, bei Unfällen die Reaktionszeit der Rettungskräfte zu verkürzen und damit Verkehrstote zu verhindern. Der gezielte Einsatz von intelligenten Verkehrssystemen soll jedoch dazu beitragen, die Zahl der Verkehrsunfälle deutlich

<sup>1</sup> vgl. Statista 2016d

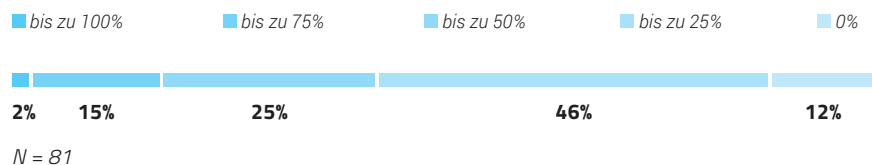
<sup>2</sup> vgl. Statista 2016e

zu reduzieren. Hierbei spielen C2C- und C2X-Kommunikation eine ebenso wichtige Rolle wie die direkte Sensorik von Fahrzeugen vor Ort, um den Fahrer bei plötzlich auftretenden Gefahrensituationen warnen zu können. Solche Situationen können sich für den Fahrer ansonsten unvorhersehbar ergeben, beispielsweise bei plötzlich auftretender Glätte sowie abbremsenden Fahrzeugen außerhalb des Sichtfelds, hinter einer Kurve oder vor einem Lkw. EU-geförderte Projekte wie DRIVE C2X haben an dieser Stelle bereits technische Vorarbeit geleistet. Unter den Experten findet sich daher eine große Zustimmung zu der These, dass die Zahl der Verkehrsunfälle durch IVS bis 2035 deutlich zurückgehen wird. 42 Prozent der Experten erwarten einen Rückgang von über 25 Prozent. Lediglich 12 Prozent der Experten erwarten gar keinen Rückgang.

## 2035: „Um wie viel Prozent sind die Verkehrsunfälle auf hessischen Straßen durch den Einsatz intelligenter Verkehrssysteme /-steuerung zurückgegangen?“



Experten-Einschätzung

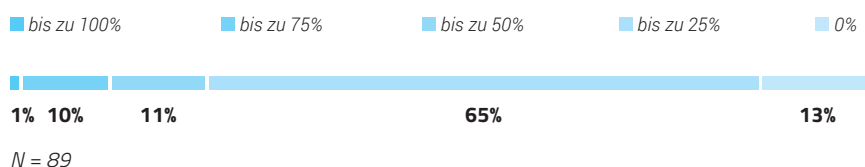


### TREND 4: Fahrerlose Fahrzeuge und neue Mobilitätskonzepte

<sup>1</sup> vgl. *hr-info* 2016

Der Bundesverkehrsminister geht davon aus, dass in fünf Jahren (2021) autonom fahrende Fahrzeuge in deutschen Städten unterwegs sein werden.<sup>1</sup> Bundesweit entstehen Teststrecken für autonomes Fahren, zum Beispiel in Merzig (Saarland) und in Baden-Württemberg. In Niedersachsen wird eine Teststrecke zwischen Hannover, Braunschweig und Salzgitter geplant. Die Entwicklung geht in großen Schritten voran. Bisläng bezieht sich die Entwicklung auf abgetrennte Strecken und Testfelder. Um ihr Potenzial entfalten zu können, sollten autonome Fahrzeuge jedoch auch auf öffentlichen Straßen fahren können. 22 Prozent der befragten Experten gehen davon aus, dass der Anteil autonomer Fahrzeuge auf hessischen Straßen im Jahr 2035 bei über 25 Prozent liegt. 65 Prozent schätzen immerhin, dass es in jedem Fall autonome Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen geben wird. Lediglich 13 Prozent der Experten erwarten bis zum Jahr 2035 noch gar keine fahrerlosen Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum.

## 2035: „Wie hoch ist der Anteil der vollständig automatisierten (kein Fahrer erforderlich) Fahrzeuge auf den öffentlichen Straßen in Hessen?“



Experten-Einschätzung

**87 Prozent der befragten Experten erwarten bis zum Jahr 2035 den Einsatz fahrerloser Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr.**

*Ergebnis Online-Befragung*

Autonomes Fahren eröffnet darüber hinaus völlig neue Möglichkeiten. Grundlegend können vollautonome Fahrzeuge aktuelle Fahrzeuge ersetzen und damit den Fahrer von seiner Fahraufgabe entbinden. Gleichzeitig ergeben sich aber auch weitere Anwendungsmöglichkeiten.

**„Das Platooning für Lkw wird kommen. Lenkzeiten sind dann nahezu nicht mehr relevant und die Effizienz wird enorm gesteigert.“**

*Dr. Klaus Dohrmann, Vice President Strategy and Development, Engineering & Manufacturing Sector,*

*DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION*

Im Logistikbereich etwa wird im Zusammenhang mit teilautonom fahrenden Lkw derzeit das „Platooning“ erforscht. Beim Platooning wird auf Basis einer intelligenten Vernetzung mit Sicherheitssystemen und der Umgebung ein Steuerungssystem eingesetzt, durch das mehrere Fahrzeuge in sehr geringen Abständen und sicher hintereinander in der Kolonne fahren können. Damit können zum einen die Fahrer entlastet werden, indem sie während der Fahrt auch andere Aufgaben übernehmen können. Es ist auch vorstellbar, dass auf der Autobahn lediglich im ersten Lkw ein Fahrer anwesend ist und andere Fahrer an Zubringerplätzen zusteigen, um ab oder bis zu dieser Autobahnstrecke zu übernehmen. Durch die geringen Fahrabstände zwischen den Fahrzeugen in der Kolonne wird zudem auch Kraftstoff beziehungsweise Energie eingespart. Durch Einsatz autonomer Fahrtechnik wird der Verkehr flüssiger, sicherer und kalkulierbarer, da menschliche Fahrfehler vermieden werden.

Für Bedarfsverkehre und komplementäre Angebote zum ÖPNV ermöglichen autonome Fahrzeuge es, die Vorzüge von Individualverkehr mit Vorteilen des ÖPNV zu kombinieren, letzte Meile-Mobilität anzubieten und auch Regionen zu erreichen, die bislang in erster Linie mit dem privaten Pkw zu erreichen waren, wie beispielsweise der ländliche Raum.

**„Die Alten von heute sind nicht die Alten von gestern und die Prognosen von heute für die Bevölkerungsentwicklung ländlicher Räume sind nicht zwingend die von morgen.“**

*Wolfgang Rausch, Geschäftsführer, Nordhessischer VerkehrsVerbund (NVV)*

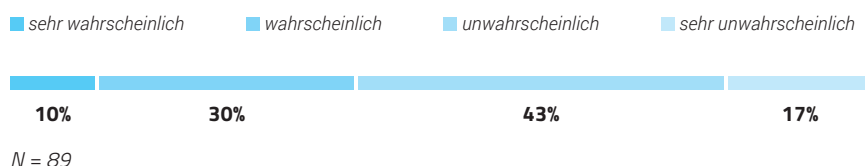
Die Ansatzpunkte für neu gedachte Mobilitätskonzepte und -services sind zahlreich. Sie reichen von einer Erhöhung der Taktfrequenz oder einem bedarfsgerechten, in der Linienführung flexiblen 24h-Busbetrieb im ländlichen Raum bis hin zu autonomen Fahrzeugkapseln, die sich auf Hauptachsen ähnlich wie ein Zug verbinden und sich zur Feinerschließung in der Fläche wieder trennen.

Das Potenzial des autonomen Fahrens sehen auch die befragten Experten: 40 Prozent der Experten erwarten, dass bis zum Jahr 2035 fahrerlose Fahrzeuge in den ÖPNV

integriert sind und aufgrund der individuellen Anforderungsmöglichkeiten einen eigenen Privatwagen überflüssig machen. Dies entspricht zwar nicht der Mehrheit, aber dennoch der Meinung von mehr als einem Drittel der Experten.

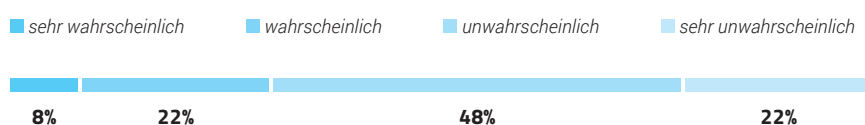
Der Vergleich der Expertengruppen zeigt bei dieser Einschätzung jedoch ein differenzierteres Bild: Experten der Politik und der öffentlichen Verwaltung halten es mit 30 Prozent für wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, dass autonome Fahrzeuge neue Mobilitätskonzepte fördern, aus der Wirtschaft sind dies 49 Prozent und aus der Wissenschaft 29 Prozent.

## 2035: „Bürger können zu jeder Zeit autonome Fahrzeuge anfordern und sind nicht auf konventionelle ÖPNV-Angebote oder Privatwagen angewiesen.“

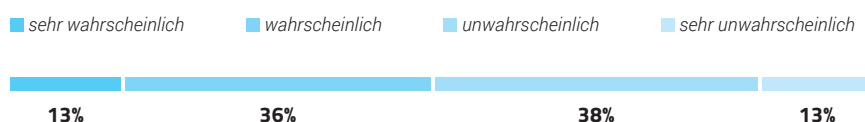


Experten-Einschätzung

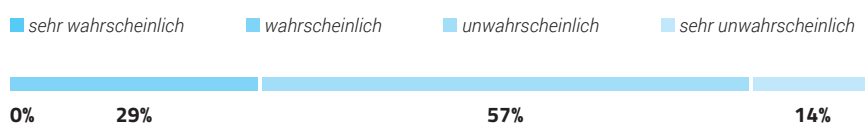
### Politik und öffentliche Verwaltung



### Wirtschaft



### Wissenschaft



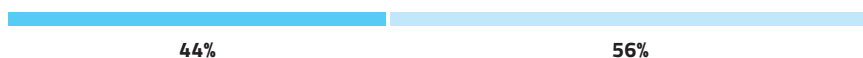
Auch unter den Bürgern gewinnt der Ansatz autonomer Fahrzeuge eine gewisse Akzeptanz. 44 Prozent der Bürger können sich vorstellen, im Jahr 2035 ein eigenes Auto und 38 Prozent ein Taxi ohne Fahrer zu nutzen. Für autonome Busse steigt die Nutzungsbereitschaft auf 52 Prozent an. Im schienengebundenen Verkehr liegen die Nutzungsbereitschaften deutlich höher, zwischen 69 und 86 Prozent. Die geringste Nutzungsbereitschaft ist für Flugzeuge ohne Pilot vorhanden. Eine Nutzung können sich lediglich 13 Prozent der Bürger vorstellen.

## „Ich kann mir vorstellen, im Jahr 2035 folgende Verkehrsmittel ohne Fahrer zu nutzen“:

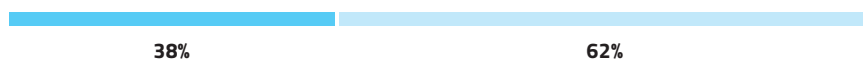


■ ja ■ nein N = 303

### Eigenes Auto



### Taxi



### Bus



### Straßenbahn



### U- und S-Bahn

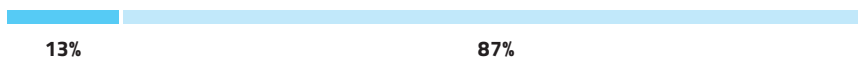




## Regional- und Fernverkehrsbahnen



## Flugzeug



# 44 Prozent der befragten Bürger können sich vorstellen, im Jahr 2035 fahrerlose Autos zu nutzen.

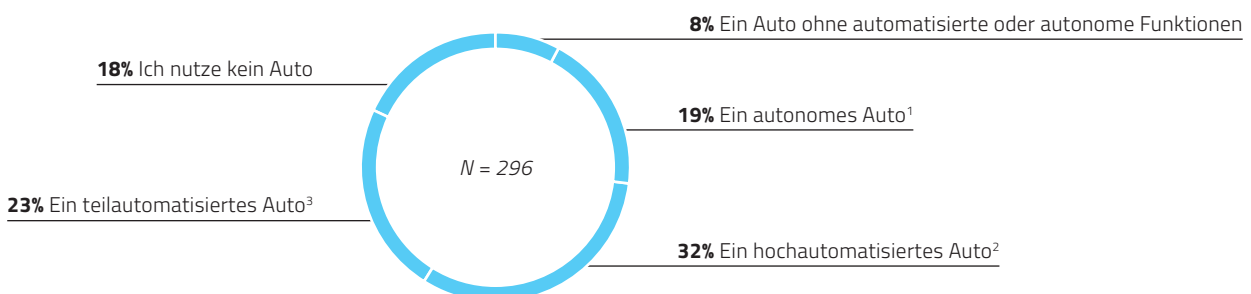
Ergebnis Online-Befragung

Auch dem Besitz eines autonomen Fahrzeugs sind die Bürger nicht völlig abgeneigt. 19 Prozent der Bürger können sich vorstellen, im Jahr 2035 ein fahrerlos fahrendes Fahrzeug zu besitzen, 32 Prozent einen hochautomatisierten Pkw (Fahrer behält die Kontrollfunktion) und 23 Prozent einen teilautomatisierten Pkw (Fahrzeug übernimmt einzelne Funktionen, die vom Fahrer überwacht werden müssen). 8 Prozent der Bürger können sich nicht vorstellen, einen Pkw mit automatisierten oder autonomen Funktionen zu besitzen und 18 Prozent verzichten ganz darauf.

## „Ich kann mir vorstellen, im Jahr 2035 folgendes Auto zu besitzen:“



Bürger-Einschätzung



<sup>1</sup> fahrerlos fahrend

<sup>2</sup> das Auto übernimmt alle Funktionen, aber der Fahrer muss in der Lage sein, jederzeit eingreifen zu können

<sup>3</sup> das Auto übernimmt einzelne Funktionen, muss aber dauerhaft vom Fahrer überwacht werden



▲ © GATEway Project UK



▲ © chesky / Fotolia

## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

### Autonom fahrende Kleinbusse (Pods)

Die Agglomerationen der Zukunft setzen verstärkt auf Massentransportmittel. Neben Projekten wie Hyperloop für die schnelle Verbindung auf größeren Distanzen, ebenerdig oder unterirdisch, werden für kürzere Distanzen vermehrt podartige Systeme – autonom fahrende Kleinbusse – im halböffentlichen oder öffentlichen Raum getestet und eingesetzt. Neben den Testfahrzeugen von Google in den USA werden am Flughafen London Heathrow beispielsweise autonom fahrende Shuttles bereits täglich eingesetzt. Der Betrieb der „Heathrow Ultra Pods“ erfolgt auf einer eigenen Fahrbahn und verbindet den Terminal 5 mit einem Parkhaus. Im Forschungsprojekt GATEway (Greenwich Automated Transport Environment) werden nun die Heathrow Pods unter Leitung des TRL weiterentwickelt. Ein Projektziel ist der völlig autonome und sichere Einsatz der Pods auf öffentlichen Straßen im Londoner Stadtteil Greenwich, ohne Nutzung einer eigenen Fahrspur.

### Platooning

Das automatisierte Kolonnenfahren von Lkw erhöht den Durchsatz von Fahrzeugen auf Autobahnen und reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Trucks um bis zu zehn Prozent. Zudem verringert sich das Unfallrisiko, der Fahrer bewältigt die Touren entspannter und hat die Möglichkeit, während des Platooning andere Aufgaben zu erledigen.

### Vollautomatisiertes Parken für Autos und Fahrräder

Vollautomatische Parksysteine wie das Parkhaus für das Bibliothek- und Bürgerzentrum „DOKKI“ in Aarhus (Dänemark) von Lödige Industries oder wie sie die Firma Automotion Parking Systems in New York betreibt, bieten viele Vorteile. Diese unterirdischen Systeme bieten auf knappem Raum einer Vielzahl von Autos Abstellmöglichkeiten. Vor allem in Quartieren, die beispielsweise einen hohen Anteil von Cafés und Restaurants haben und wo es keine Alternative gibt, um



▲ © Matthias Sandmann / Lödige Industries

das Auto zu parken, sind diese von Bedeutung. Beim automatisierten Parken werden Fahrzeuge automatisch durch einen Laser abgetastet und an ihren Stellplatz transportiert. Durch flexible Höhen wird hier Platz gewonnen. Zusätzlicher Raum für Zufahrtswege zu einzelnen Parkplätzen wird nicht benötigt.

In Japan gibt es bereits automatisiertes Parken für Fahrräder. Wie beim Autoparken ist das Parkhaus unterirdisch angelegt. In Shinagawa unweit der Hauptstadt Tokio hat das Bauunternehmens Giken eine Garage mit einer Kapazität von 204 Stellplätzen für Fahrräder in einem zwölf Meter tiefen Schacht gebaut. Roboter verstauen das Zweirad, die Menschen müssen es nur in den dafür vorgesehenen Eingang schieben. In Berlin hat das Start-up Velo Easy ein Fahrradhostel entwickelt, in dem Räder sicher abgestellt werden können.



▲ © LorenzoPatoia / iStock

### Car2X-Kommunikation

Die Kommunikation von Autos untereinander oder mit anderen externen Einheiten erhöht die Fahrsicherheit und reduziert die Zahl der Unfälle. Bei einer Fahrsimulation von sim TD im Rhein-Main-Gebiet konnte gezeigt werden, dass durch die simTD-Funktionen das Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten der Fahrer positiv beeinflusst wird, so dass Fahrsicherheit und Fahreffizienz erhöht werden. Mit dem vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur vor kurzem gestarteten „digitalen Testfeld Autobahn“ auf der A9 soll eine Teststrecke voll digitalisiert werden. Interessierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen steht die Nutzung zur Weiterentwicklung und Erprobung von innovativen Ansätzen zum vernetzten und automatisierten Fahren offen. Der Testbetrieb vom hochautomatisierten bis zum vollautomatisierten Fahren unter realen Bedingungen soll damit ermöglicht und gefördert werden. Bei vollständiger Durchdringung mit Car2X-Funktionen könnten jährlich bis zu 6,5 Milliarden Euro der volkswirtschaftlichen Kosten von Straßenverkehrsunfällen vermieden werden. Des Weiteren kann ein volkswirtschaftlicher Nutzen von 4,9 Milliarden Euro durch die Reduzierung von Stautunden und die Vermeidung von Umweltbelastungen erzielt werden.<sup>1</sup>

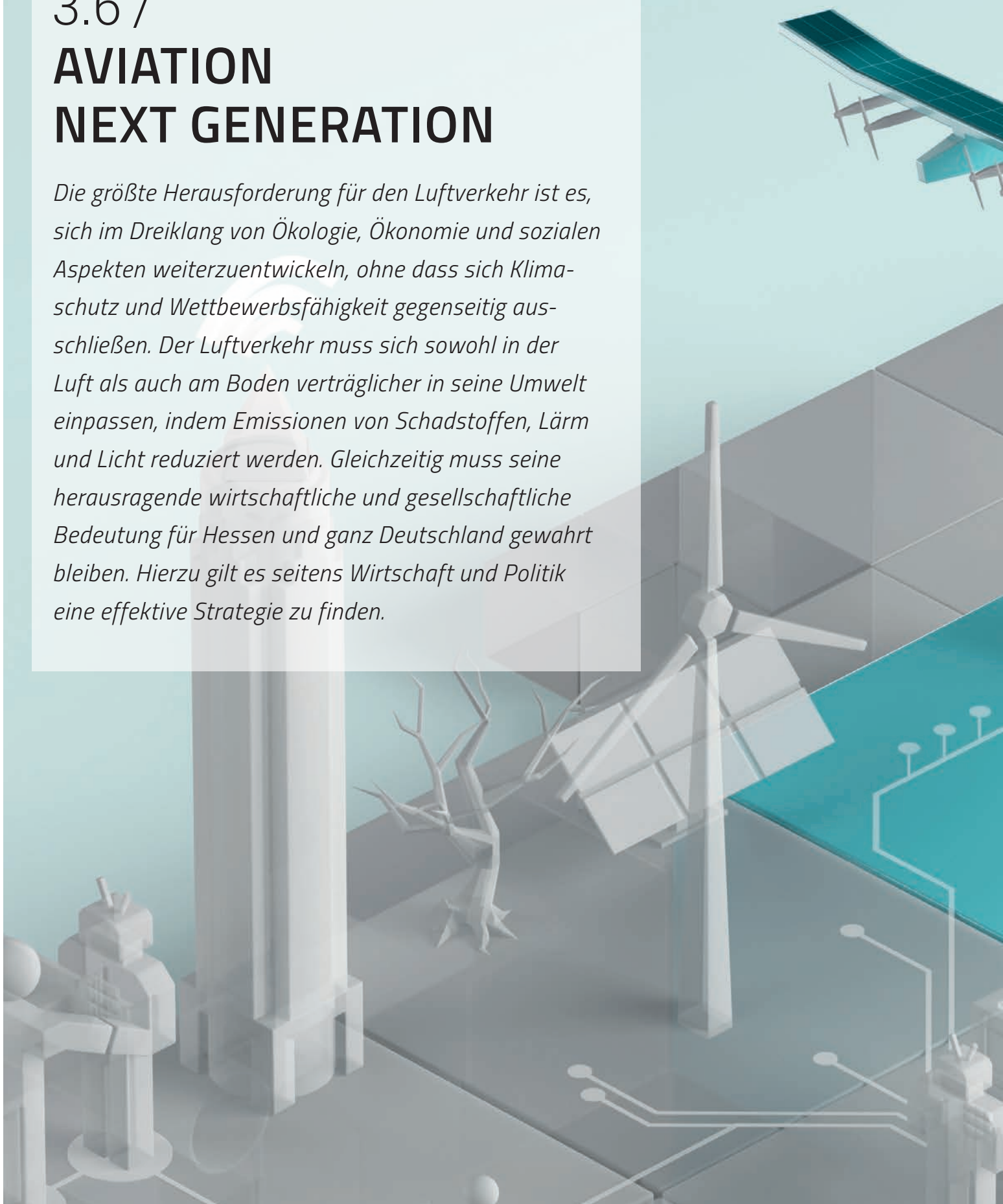


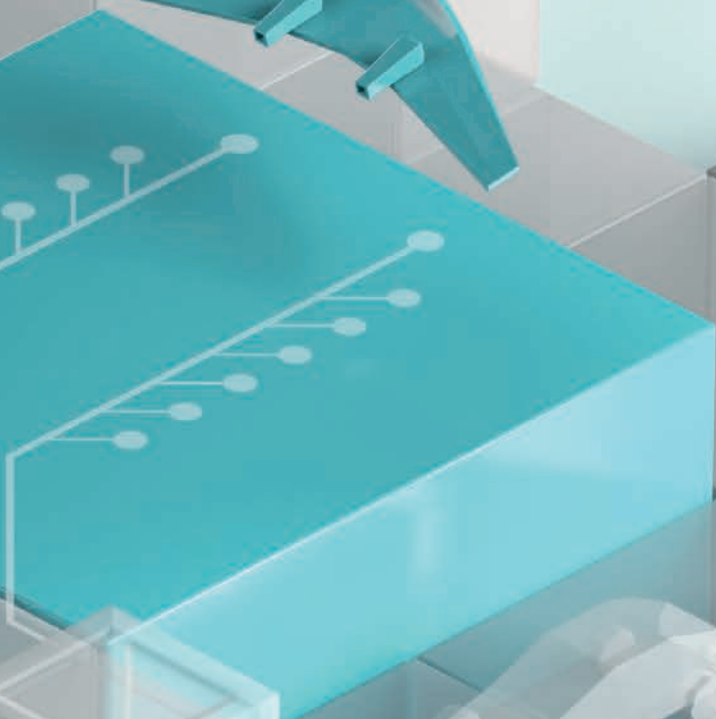
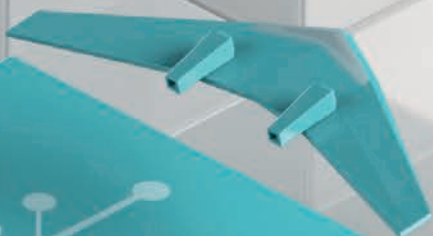
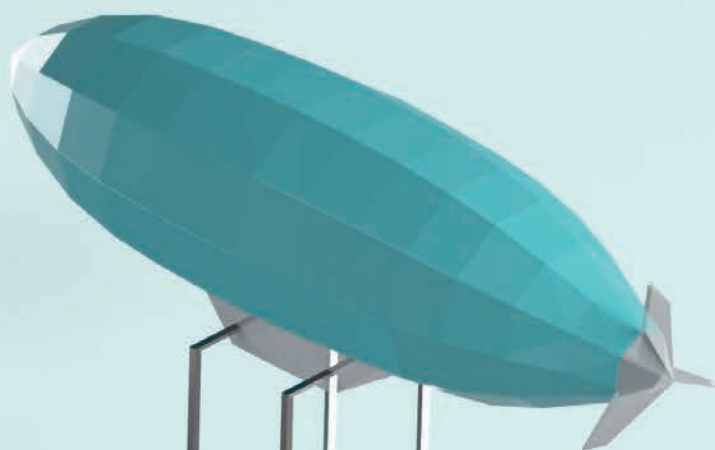
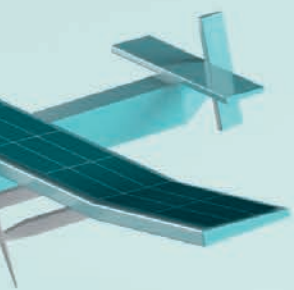
▲ © iconimage / Fotolia

<sup>1</sup> Weiß 2013: 1f.

## 3.6 / AVIATION NEXT GENERATION

*Die größte Herausforderung für den Luftverkehr ist es, sich im Dreiklang von Ökologie, Ökonomie und sozialen Aspekten weiterzuentwickeln, ohne dass sich Klimaschutz und Wettbewerbsfähigkeit gegenseitig ausschließen. Der Luftverkehr muss sich sowohl in der Luft als auch am Boden verträglicher in seine Umwelt einpassen, indem Emissionen von Schadstoffen, Lärm und Licht reduziert werden. Gleichzeitig muss seine herausragende wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung für Hessen und ganz Deutschland gewahrt bleiben. Hierzu gilt es seitens Wirtschaft und Politik eine effektive Strategie zu finden.*





## Einführung

In unserer globalisierten und arbeitsteiligen Welt ist die schnelle Beförderung von Menschen und Waren über lange Distanzen nicht mehr wegzudenken. Der Lufttransport ist alternativlos. Die Flughäfen stellen dabei als intermodale Umsteigeknoten den Zugangspunkt zum internationalen Streckennetz der Luftverkehrsgesellschaften dar. Im internationalen Umfeld sind die beteiligten Akteure dabei immer mehr einem existenziellen Wettbewerb ausgesetzt.

Der Luftverkehr hat in Hessen aus drei Gründen einen hohen Stellenwert: Der Flughafen hat eine wichtige Funktion in den globalen Logistik- und Mobilitätsnetzen. Der Airport ist außerdem Deutschlands größte private Arbeitsstätte mit mehr als 80.000 Beschäftigten. Außerdem hat der Flughafen eine große wirtschaftliche Bedeutung weit über die Metropolregion FrankfurtRheinMain und Hessen hinaus.<sup>1</sup> Der Flughafen Frankfurt ist der drittgrößte Passagierflughafen (61 Millionen Passagiere in 2015) in Europa und rangiert an zwölfter Stelle weltweit.<sup>2</sup> Der Stellenwert als Frachtflughafen (2,1 Millionen Tonnen in 2015) ist dabei noch größer: So wird an keinem anderen europäischen Flughafen mehr Fracht umgeschlagen als in Frankfurt, wobei der Standort weltweit auf Platz neun der Frachtflughäfen rangiert.<sup>3</sup> Neben dem Internationalen Verkehrsflughafen Frankfurt am Main gibt es in Hessen mit dem 2013 eröffneten Regionalflughafen „Kassel Airport“ in Calden noch einen weiteren Verkehrsflughafen. Die Bedeutung ist mit 65.000 Passagieren, die 2015 abgefertigt wurden, bislang als gering einzustufen.<sup>4</sup> Die größten Unternehmen in der Luftverkehrsbranche sind in Hessen der Flughafenbetreiber Fraport AG sowie die Luftverkehrsgesellschaft Lufthansa AG.

<sup>1</sup> vgl. *Fraport AG 2015a: 6*

<sup>2</sup> vgl. *Airports Council International 2016a*

<sup>3</sup> vgl. *Airports Council International 2016b*

<sup>4</sup> vgl. *Flughafen GmbH Kassel 2016*

Ebenfalls dem Luftverkehr zuzuordnen ist die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH mit Hauptsitz in Langen nahe Frankfurt, die für die Flugverkehrskontrolle in Deutschland zuständig ist. Eine Besonderheit ist, dass das privatrechtlich organisierte Unternehmen zu 100 Prozent in Besitz des Bundes ist. Das Management des Luftraums wird bei einer ansteigenden Zahl von Flugzeugen zunehmend zu einer Herausforderung, bietet aber gerade auf europäischer Ebene mit dem Programm „Single European Sky“ enorme Optimierungspotenziale.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> vgl. *Eurocontrol 2016*

In Hessen sind rund 200 Betriebe und Unternehmen angesiedelt, die entweder schwerpunktmäßig in der Luft- und Raumfahrtindustrie tätig sind oder Produkte beziehungsweise Dienstleistungen der Luft- und Raumfahrtindustrie zuliefern. Somit können für Kunden in der ganzen Welt innovative Lösungen in den Bereichen Entwicklung und Herstellung verschiedener Produkte (wie Triebwerkskomponenten,

Bordausrüstung und Flugzeuginneneinrichtung, Navigationstechnik, Flughafen-ausrüstung) sowie unternehmensbezogene Dienstleistungen (darunter Beratung, Softwarelösungen und Ingenieurdienstleistungen wie etwa Konstruktion, Reparatur, Vertrieb) aus Hessen heraus angeboten werden. Unterstützt werden die Unternehmen durch die hessischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die ein breites Spektrum von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten mit Bezug zur Luft- und Raumfahrt anbieten.<sup>1</sup>

Eine entscheidende Frage für die Zukunft des Luftverkehrs in Hessen und den Flughafen Frankfurt ist die Entwicklung des Passagieraufkommens, der Frachttonnage und der Flugbewegungen. Der globale Luftverkehr ist ein Wachstumsmarkt. Aktuelle Prognosen sagen bis zum Jahr 2035 ein jährliches durchschnittliches Wachstum der Transportleistung<sup>2</sup> für Passagiere von 4,6 – 4,9 Prozent und für Luftfracht von 4,4 – 4,7 Prozent voraus. Dies führt zu einem weltweiten Bedarf von ca. 35.000 neuen Flugzeugen bis zum Jahr 2035.<sup>3</sup>

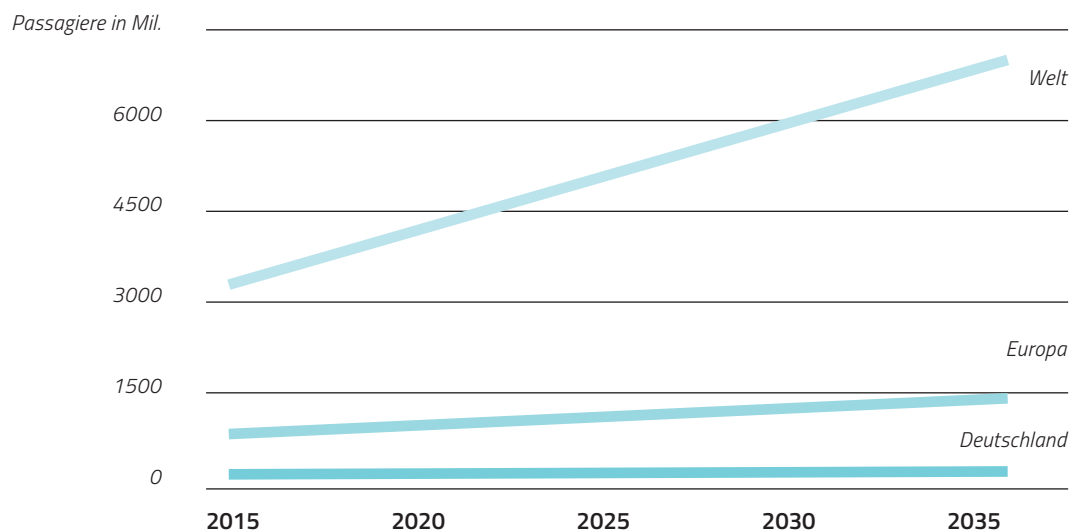
<sup>1</sup> vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Entwicklung, Verkehr und Landesentwicklung 2015a

<sup>2</sup> Die Transportleistung wird in Personen-kilometer angegeben und ist das Produkt aus der Anzahl der transportierten Personen und der zurückgelegten Entfernung in Kilometern.

<sup>3</sup> vgl. Airbus 2015; Boeing 2015

<sup>4</sup> vgl. IATA 2015

#### Passagierentwicklung im Luftverkehr<sup>4</sup>



Es ist davon auszugehen, dass die hessischen Betriebe und Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie stark von diesem Wachstum profitieren können. Die hochwertigen, in Hessen entwickelten und hergestellten Produkte und Dienstleistungen können heute aufgrund der sehr guten Anbindung an die globalen Mobilitäts- und Logistiknetze schnell und sicher den Kunden weltweit zur Verfügung gestellt werden.

<sup>1</sup> vgl. *Fraport 2015b*

Anders könnte es bei den Unternehmen aussehen, die ihr Geld mit dem Transport und dem Umschlag von Personen und Waren verdienen. Ein Indiz dafür, dass der Wachstumstrend in Hessen nicht so hoch ist wie der globale Trend, sind die Passagierprognosen für den Flughafen Frankfurt. Diese sehen ein jährliches Wachstum der Passagierzahlen bis zum Jahr 2030 von rund 2,5 Prozent.<sup>1</sup> Dieser im Vergleich zum globalen Trend niedrige Wert kann durch das überproportionale Wachstum in Asien und Südamerika, den Ausbau der Point-to-Point Verbindungen (relative Schwächung der Hub-Flughäfen) sowie den starken Verdrängungswettbewerb durch die Flughäfen und Airlines aus dem Nahen Osten erklärt werden.

<sup>2</sup> vgl. *European Commission 2011*

Die Europäische Kommission hat die herausragende Stellung des Luftverkehrs für die europäische Gesellschaft erkannt und bezeichnet die erfolgreiche Entwicklung der Branche als überlebenswichtig. Die Vision der europäischen Führung beim Thema Luftverkehr liegt in der Entwicklung und Herstellung von nachhaltigen Produkten und Dienstleistungen zur Deckung der Bedürfnisse der europäischen Bürger.<sup>2</sup> An dieser Stelle muss die Frage beantwortet werden, wie stark die hessische Wirtschaft die europäische Vision unterstützen und von dem langfristigen globalen Wachstumstrend profitieren kann.

Ziel für den Luftverkehrsstandort Hessen muss es sein, die künftigen Kundenbedürfnisse frühzeitig zu erkennen, innovative Lösungen zu entwickeln und rentable Geschäftsmodelle umzusetzen. Aktuelle vielversprechende Ansätze sind in den Bereichen Airport City, Seamless Traveling, Passenger Experience und offener Datenaustausch im Luftverkehr bereits zu erkennen.

## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Veränderung des Luftverkehrsaufkommens

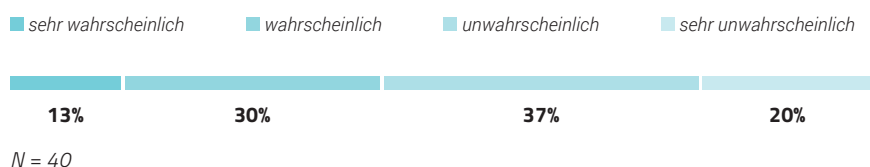
Ausschlaggebend für die Zukunft des Luftverkehrs in Hessen ist die Entwicklung des Aufkommens von Passagieren, Luftfracht und Flugbewegungen. Viele Faktoren sind neben der Fortschreibung der bisherigen Aufkommenszahlen bei der Erstellung einer Prognose von Relevanz. Aus heutiger Sicht sind die Fragen zu beantworten, ob das heute gültige Hub-and-Spoke-Netz der Airlines in Zukunft so bestehen bleibt, wie es heute ist, und welche Rolle die Luftverkehrsgesellschaften der Golf-Anrainer wie Qatar Airways, Etihad und Emirates auf dem globalen Luftverkehrsmarkt in 20 Jahren spielen werden.

Die befragten Experten haben der Zukunftsthese, dass der Flughafen Frankfurt am Main im Zuge der zunehmenden Verlagerung der Hub-Verkehre (Direktverkehr Passage, Fracht über Nahost) im Jahr 2035 an Bedeutung verloren hat, eher nicht



zugestimmt. Dabei halten diesen Bedeutungsverlust 57 Prozent der Befragten für unwahrscheinlich oder sehr unwahrscheinlich, wobei auch 13 Prozent dies für sehr wahrscheinlich halten. Bei den Vertretern aus der Luftverkehrsbranche wird die These mit 50 Prozent etwas wahrscheinlicher bewertet als von der Gesamtheit der Experten.

## 2035: „Der Flughafen Frankfurt/Main hat im Zuge der zunehmenden Verlagerung der Hub-Verkehre (Direktverkehr Passage, Fracht über den Nahen Osten) an Bedeutung verloren.“



Experten-Einschätzung

Ein weiterer Faktor, der das Luftverkehrsaufkommen beeinflussen könnte, ist der künftige Modalsplit im innerdeutschen Personenverkehr. Gerade von Umweltverbänden wie zum Beispiel dem BUND wird immer wieder propagiert, dass schon heute jeder dritte Inlandsflug ohne Zeitverlust auf die Schiene verlagert werden könnte. Unter der Annahme von künftig noch strengeren Umweltgesetzen sowie einem Ausbau des Hochgeschwindigkeits-Schienennetzes könnte es dazu kommen, dass im Jahr 2035 nahezu keine innerdeutschen Flugverbindungen profitabel angeboten werden können. Nach Expertenmeinungen wird die Reisezeit auf bestimmten Verbindungen wie etwa München-Hamburg auch in 20 Jahren mit dem Flugzeug immer noch deutlich kürzer sein als mit der Bahn. Da schon heute bis zu 60 Prozent der in 2035 fahrenden Züge bereits existieren oder bestellt sind, ist das Innovationspotenzial

**Die fast vollständige Substitution innerdeutscher Flüge bis zum Jahr 2015 wird von Experten und Bürgern sehr unterschiedlich bewertet. Die Bürger sind dafür bereit, die Experten halten es für unwahrscheinlich.**

*Ergebnis Online-Befragung.*

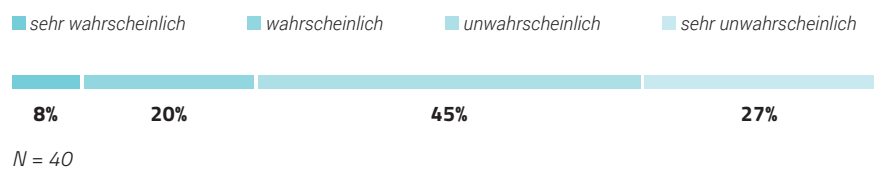
im Infrastrukturbereich des Schienenverkehrs als eher gering einzustufen. Ein hohes Innovationspotenzial wird dagegen im Bereich der Servicedienstleistungen gesehen.

Etwa 75 Prozent der befragten Experten schätzen eine nahezu komplette Verlagerung von Inlandsflügen auf die Schiene als unwahrscheinlich (45 Prozent) oder sogar als sehr unwahrscheinlich (27 Prozent) ein. Dem gegenüber steht die Nachfrage der Kunden. Die befragten Bürger aus Hessen geben zu 84 Prozent an, dass sie keine innerdeutschen Flugverbindungen mehr nutzen, wenn das Hochgeschwindigkeits-schienennetz flächendeckend ausgebaut ist.

## 2035: „Aufgrund gesetzlicher Vorgaben und des Ausbaus des Hochgeschwindigkeits-Schienennetzes gibt es nahezu keine innerdeutschen Flugverbindungen mehr.“



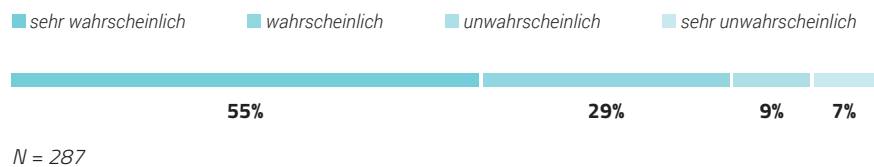
Experten-Einschätzung



## 2035: „Ich nutze keine innerdeutschen Flugverbindungen mehr, wenn das Hochgeschwindigkeitsschienennetz flächendeckend ausgebaut ist.“



Bürger-Einschätzung



Neben der Veränderung des Passagieraufkommens sind auch im Luftfrachtaufkommen disruptive Entwicklungen zu erwarten. Neben Verschiebungen im Luftfrachtmarkt und fallenden Margen aufgrund von zusätzlichen Kapazitäten und neuen Playern kommt es auch zu einer Aufkommensveränderung durch additive Produktionsverfahren. Verfahren wie der 3D-Druck ermöglichen eine dezentrale Produktion,

teilweise sogar beim Kunden selbst. Dies führt zu einer Reduzierung der Transportnachfrage für Fertigprodukte. Auch wenn sich 3D-Druck heute noch nicht maßgeblich in den Wertschöpfungsketten durchgesetzt hat, wird eine enorme Zunahme in der Zukunft erwartet.

Die verschiedenen Produktgruppen der Luftfracht sind unterschiedlich gut für den 3D-Druck geeignet. Weniger gut geeignet sind Massenwaren, die heute zumeist in Schwellenländern produziert werden, und durch die hohe Stückzahl und den damit einhergehenden Skaleneffekten auch in 2035 noch „konventionell“ gefertigt werden könnten. Besonders gut geeignet ist der 3D-Druck für Kleinserien und individualisierte Massenprodukte wie beispielsweise Schuhe im eigenen Farbdesign. Auch Ersatzteile, zum Beispiel für den Flugzeugbau, werden in Zukunft durch die Technik der additiven Fertigung zunehmend vor Ort gefertigt. Dies reduziert die Logistikkosten und verringert die Abhängigkeit von Lieferanten.<sup>1</sup> Weniger gut geeignet sind hochwertige und empfindliche Güter wie Lebensmittel, pharmazeutische Produkte, Leder und Kunstgegenstände. Die entscheidende Frage lautet, wie stark die Luftfracht von wegfallenden Güterströmen durch 3D-Druck betroffen ist. Hier schwankt die Einschätzung von zwei bis 41 Prozent.<sup>2</sup>

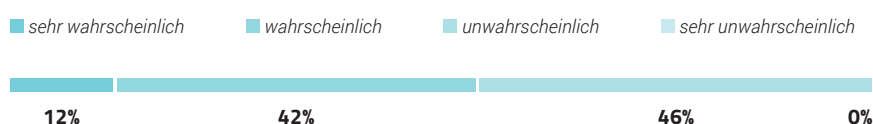
<sup>1</sup> vgl. Handelsblatt 2016

<sup>2</sup> vgl. Fernandes 2016

## „Der 3D-Druck kann die Flugzeugherstellung von Grund auf revolutionieren.“

*Kommentar von Bitkom-Hauptgeschäftsführer Dr. Bernhard Rohleder bei der Vorstellung einer Befragung von 102 Luftfahrt-Experten im Vorfeld der Internationalen Luft- und Raumfahrt Ausstellung (ILA) 2016*

## 2035: „Innovative Produktionstechnologien wie 3D-Druck haben zu einer Abnahme der Transportnachfrage (zum Beispiel für Ersatzteile) im Luftfrachtverkehr gesorgt.“



N = 41



Experten-Einschätzung

Ob innovative Produktionstechnologien wie 3D-Druck bis zum Jahr 2035 tatsächlich zu einer Abnahme der Transportnachfrage im Luftfrachtverkehr führen, wird von den befragten Experten nicht eindeutig bestätigt. Zwar halten 42 Prozent es für wahrscheinlich und 12 Prozent sogar für sehr wahrscheinlich, doch knapp die Hälfte der befragten Experten (46 Prozent) hält dies für unwahrscheinlich. Als sehr unwahrscheinlich bewertet diesen Trend niemand. Interessant ist, dass zwei Drittel der Experten aus Wissenschaft und Politik eine Abnahme der Transportnachfrage als unwahrscheinlich bewerten.

Neben den innovativen Produktionstechnologien mit Einfluss auf den Luftfrachtverkehr können auch innovative Kommunikationstechnologien in Zukunft einen Einfluss auf das Passagieraufkommen haben. So werden sich beispielsweise die Technologien für Videokonferenzen weiter verbessern. Ob diese dann einen gleichwertigen Ersatz für persönliche Treffen darstellen, was zu einem Rückgang der Geschäftsreisetatigkeit führen würde, ist allerdings fraglich. Es ist jedoch denkbar, dass im Privatreiseverkehr in 20 Jahren digitale virtuelle Urlaubsreisen angeboten werden, die emotional die gleichen Empfindungen hervorrufen wie ein reales Reiseerlebnis.

**„Ein denkbares Szenario ist für mich, dass es für digitales Reisen, wie im Film ‚Total Recall‘, in 2035 einen Markt geben könnte und die Menschen dadurch weniger real reisen werden.“**

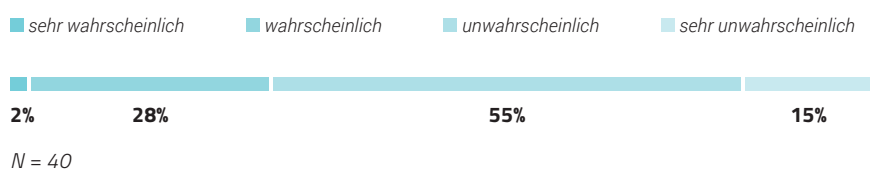
*Kerstin Bitterer, Leiterin Ideen- und Innovationsmanagement, Fraport AG*

#### **TREND 2: Green Airport**

Klima- und Umweltschutz spielen auch im Luftverkehr eine sehr wichtige Rolle. Neben den gesetzlichen Vorgaben nimmt dieser Bereich im Rahmen von Corporate Responsibility eine nicht mehr wegzudenkende Stellung ein. Bereits heute werden viele Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung von Emissionen (Lärm, Licht, Luftschadstoffe) im Luftverkehr erforscht und umgesetzt. Neben dem augenscheinlich hohen Potenzial im Bereich der Flugzeugtechnik, wie beispielsweise alternative Antriebstechniken, stehen auch die Flughäfen im Fokus der Betrachtung. Flughäfen umfassen ein breites Spektrum an Leistungen und Einrichtungen, die aufgrund ihres vielfältigen Ressourcenbedarfs (zum Beispiel Strom, Treibstoffe, Kältemittel, Materialien) klimarelevante Effizienzsteigerungs- und Einsparpotenziale bieten.

Die Zukunftsthese, dass sich im Jahr 2035 der Zero-Emission-Airport (Lärm, Licht, Luftschadstoffe) zum Standard entwickelt hat und Flughäfen, die die gestellten Anforderungen nicht erfüllen, sanktioniert werden, wurde von den Experten mehrheitlich mit unwahrscheinlich (55 Prozent) oder sogar sehr unwahrscheinlich (15 Prozent) grundlegend abgelehnt.

## 2035: „Der Zero-Emission-Airport (Lärm, Licht, Luftschadstoffe) hat sich zum Standard entwickelt; Flughäfen, die die Anforderungen nicht erfüllen, werden sanktioniert.“



Experten-Einschätzung

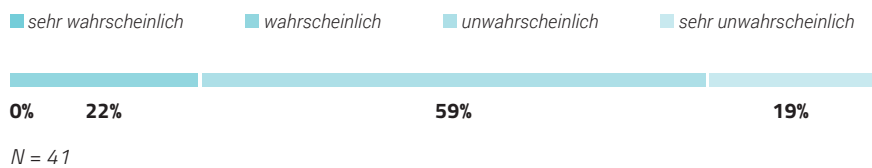
Technisch umsetzbar wäre der Zero-Emission Airport wahrscheinlich heute schon, allerdings ist dies aus kommerzieller Sicht nicht zu vertreten. Ob im Jahr 2035 der Flughafen Frankfurt komplett umgestellt sein wird, ist maßgeblich vom politischen Willen abhängig.

Neben der Betrachtung der Ressourcen und Prozesse auf Flughäfen können auch während des Hauptlaufs sowie des Vor- und Nachlaufs eine Reihe von Maßnahmen zur Reduzierung und Vermeidung von Emissionen ergriffen werden. So geht der Trend hin zu einem vernetzten, multimodalen Verkehrssystem, in dem der Verkehrsträger je nach Reisegrund, der jeweiligen Zeit und dem jeweiligen Ziel individuell gewählt wird. Was im Passagiersegment heute schon weit vorgeschritten ist, ist beim Luftfrachttransport noch nicht angekommen. So werden nahezu 100 Prozent der Vor- und Nachläufe vom und zum Flughafen auf der Straße durchgeführt. Nach Meinung der Experten wird sich das in Zukunft auch nicht verändern. Die Zukunftsthese, dass im Jahr 2035 Luftfrachtersatzverkehre in Europa durch die Nutzung von schnellen und zuverlässigen Schienengüterverkehrskonzepten sowie innovativen Umschlagsystemen zu einem großen Teil auf der Schiene durchgeführt werden, wird von gut 78 Prozent als nicht praktikabel eingeschätzt. Dabei bewerten die These 59 Prozent als unwahrscheinlich und 19 Prozent als sehr unwahrscheinlich. Lediglich 22 Prozent haben die Verlagerung auf die Schiene als wahrscheinlich bewertet, wobei Vertreter von Politik und öffentlicher Verwaltung dies sogar zu 40 Prozent bewerten.

## 2035: „Luftfrachtersatzverkehre werden in Europa durch die Nutzung von schnellen und zuverlässigen Schienengüterverkehrskonzepten sowie innovativen Umschlagssystemen zu einem großen Teil auf der Schiene durchgeführt.“



Experten-Einschätzung



### TREND 3: Non-Aviation-Angebote

Die Rolle von Flughäfen hat sich bereits in der Vergangenheit stark gewandelt, vom Flugbetrieb und der Abfertigung von Flugzeugen, Passagieren und Fracht hin zu komplexen Systemen mit vielfältigen Funktionen wie Parken, Einkaufen, Gastronomie und Hotellerie. So entwickelt sich der Flughafen Frankfurt schon heute zu einem integrierten Mobilitäts-, Erlebnis- und Immobilienstandort, der dem Betreiber Fraport AG eine breite Umsatz- und Ergebnisbasis sichert.<sup>1</sup>

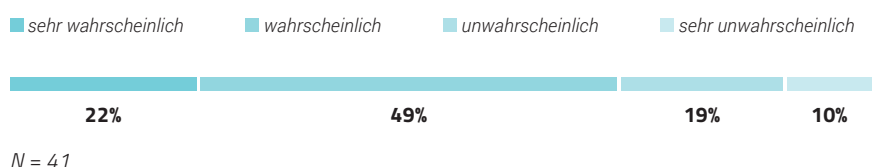
<sup>1</sup> vgl. Fraport AG 2016

Wenn man diese Entwicklung in der Zukunft weiterdenkt, verschwimmen die Grenzen zwischen den Systemen Flughafen und Stadt zunehmend. Mehr als 70 Prozent der befragten Experten haben die These, dass der Flughafen Frankfurt am Main sich bis zum Jahr 2035 zu einer Airport City gewandelt hat und die Rolle einer Metropole für Dienstleistungen, Handel, Konferenzen, Forschung und Freizeit übernommen hat, als wahrscheinlich (49 Prozent) oder sehr wahrscheinlich (22 Prozent) bewertet.

## 2035: „Der Flughafen Frankfurt am Main hat sich zur Airport City gewandelt, das heißt er hat die Rolle einer Metropole für Dienstleistungen, Handel, Freizeit und Wohnen übernommen.“



Experten-Einschätzung



In Bezug auf neue Geschäftsmodelle in der Luftfahrt sieht der Bitkom (Digitalverband Deutschland) eine Veränderung in vielen Bereichen, darunter Customer Journey, Industrie 4.0 / IoT und integrative Mobilitätskonzepte.<sup>1</sup> Insbesondere die digitale Transformation eröffnet neue Geschäftsmodelle in der Luftfahrt, wobei Experten das größte Potenzial in der Datenauswertung sehen.<sup>2</sup> Dabei werden bis zum Jahr 2030 bestimmte Geschäftsmodelle von den Luftverkehrsunternehmen als besonders vielversprechend bewertet, wie

- datenbasierte Geschäftsmodelle,
- plattformbasierte Geschäftsmodelle und
- Geschäftsmodelle basierend auf dem Share Economy-Prinzip.<sup>3</sup>

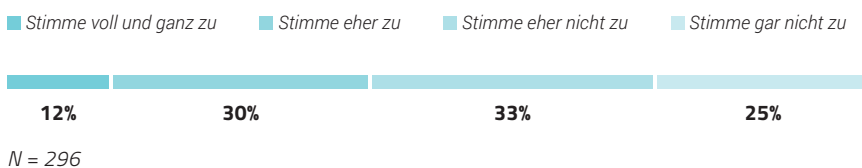
Als neues Geschäftsmodell haben die Experten im Rahmen des Zukunftsworkshops sowie der Experteninterviews den vom Passagier getrennten Gepäcktransport genannt. So soll in Zukunft standardmäßig der Gepäcktransport als Tür-zu-Tür-Service angeboten werden. Solche Geschäftsmodelle sind heute schon am Markt vorhanden, sind jedoch teuer und der Transport dauert noch zu lange. Ob dieses Geschäftsmodell sich durchsetzen wird, ist aus heutiger Sicht noch fraglich, da 58 Prozent der befragten Bürger einen solchen Service aktuell noch nicht nachfragen.

<sup>1</sup> vgl. Rohleder 2016

<sup>2</sup> vgl. Pentsi & Bachmann 2016

<sup>3</sup> vgl. Rohleder 2016

## 2016: „Ich möchte, dass bei Reisen mein Gepäck zu Hause abgeholt und zum Zielort gebracht wird.“



Bürger-Einschätzung

### TREND 4: Passenger Experience

Der Passagier als Kunde und sein Reiseweg, die „Customer Journey“, werden immer mehr in den Mittelpunkt bei der Gestaltung von Reiseangeboten gestellt. Wer eine gute Reiseerfahrung – „Passenger Experience“ – gemacht hat, gibt diese Erfahrung an seine Mitmenschen maßgeblich über soziale Medien weiter und berücksichtigt diese Medien selbst wieder als Informationsquelle für künftige Entscheidungen.<sup>4</sup> Dabei versteht man heute unter dem Begriff „Passenger Experience“ mehr als nur die Annehmlichkeiten an Bord des Flugzeugs. Vielmehr stehen die Reiseplanung, Buchung,

<sup>4</sup> vgl. Future Foundation 2015: 45

Anreise, Check-In, Gepäckaufgabe und Aufenthalt am Flughafen ebenfalls im Fokus von Airlines und Flughafenbetreibern. Ein integriertes, schnelles und individualisierbares Konzept der Passagierabfertigung wird in Zukunft immer mehr zu einem Wettbewerbsvorteil unter den Flughäfen.

## Die Mehrheit der Bürger findet eine individuelle Lenkung per App oder Datenbrille durch Flughäfen oder Bahnhöfe wenig attraktiv.

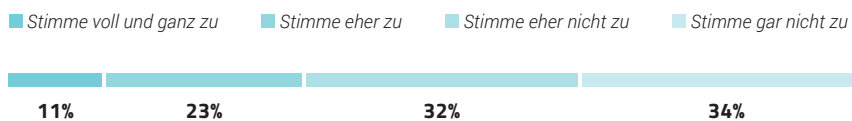
Ergebnis Online-Befragung

Ein Service, der von den Experten immer wieder angesprochen wurde, ist die individualisierte Lenkung der Passagiere durch den Flughafen. Dies bedeutet, der Passagier wird in Abhängigkeit seines aktuellen Standorts, des nächsten Ziels am Flughafen, der zur Verfügung stehenden Zeit und seiner persönlichen Präferenzen zu bestimmten gastronomischen Angeboten, Shops oder Entspannungszonen geleitet. Eine Nachfrage nach einem solchen Service wurde jedoch lediglich von 34 Prozent der befragten Bürger aus heutiger Sicht geäußert.

## 2016: „Ich möchte individuell und nach meinen Vorlieben durch Flughäfen oder Bahnhöfe geleitet werden, zum Beispiel mit App, Datenbrille.“



Bürger-Einschätzung

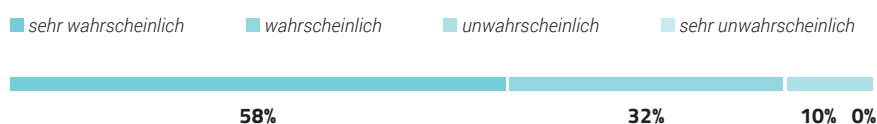


N = 292



Nach Meinung der befragten Experten wird im Jahr 2035 die Vernetzung und Automatisierung der Passagierprozesse (zum Beispiel Check-In, Baggage Drop-off, Passkontrolle, Sicherheitskontrolle, Transfer) weitestgehend abgeschlossen sein. Ein wesentlicher Vorteil von vernetzten Prozessen ist die Möglichkeit einer optimierten Ressourcensteuerung entlang der Transportkette aufgrund der vorauseilenden Information über die Passagieraufkommen an die vorgelagerten Prozessschritte. Dies führt zu einer besseren Ressourcenauslastung und einer Reduzierung von Wartezeiten. Für das Jahr 2035 wird die Zukunftsthese von 90 Prozent der Experten als mindestens wahrscheinlich und von knapp 60 Prozent sogar als sehr wahrscheinlich bewertet. Als sehr unwahrscheinlich wird diese These von niemandem bewertet.

## 2035: „Passagierprozesse (zum Beispiel Check-In, Baggage Drop-off, Passkontrolle, Sicherheitskontrolle, Transfer) sind weitestgehend vernetzt und automatisiert.“



N = 41



Experten-Einschätzung

Ohne Sicherheitskontrollen wird nicht geflogen. Dies wird sich in Zukunft auch nicht ändern. Die Sicherheitskontrollen stellen dabei im Reiseverlauf den größten Auslöser für negativen emotionalen Stress für Passagiere dar.<sup>1</sup> Aus diesem Grund wird versucht, den Prozess der Sicherheitskontrollen für den Passagier so angenehm wie möglich zu gestalten. Auch die Sicherheitskontrolle für Fracht ist ein notwendiges Übel, verursacht für die Beteiligten in erster Linie Kosten und bedeutet eine Verlängerung der Durchlaufzeit in der Luftfrachttransportkette.

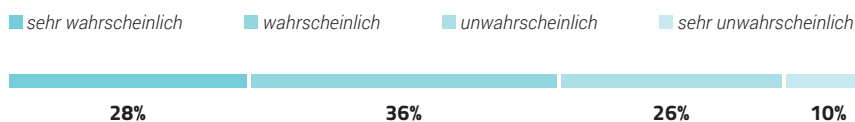
<sup>1</sup> vgl. SITA 2015

Die Experten bewerteten die Zukunftsthese, dass im Jahr 2035 Sicherheitsmaßnahmen für Fracht und Passagiere „unsichtbar“ sind und minimalinvasiv beziehungsweise unbemerkt im Hintergrund ablaufen, als durchaus wahrscheinlich. So geben rund zwei Drittel der Befragten an, dass diese These wahrscheinlich (36 Prozent) oder sogar sehr wahrscheinlich (28 Prozent) ist. Für 26 Prozent der Befragten ist eine solche Vorstellung unwahrscheinlich und 10 Prozent halten dies sogar für sehr unwahrscheinlich.

## 2035: „Sicherheitsmaßnahmen für Fracht und Passagiere sind unsichtbar und laufen minimalinvasiv beziehungsweise unbemerkt im Hintergrund ab.“



Experten-Einschätzung



N = 39

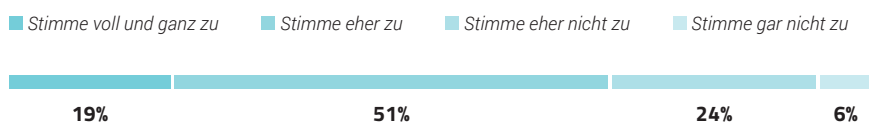
Nach den vermehrten terroristischen Anschlägen an europäischen Flughäfen in der Vergangenheit werden wieder neue und verschärfte Sicherheitskontrollen und -konzepte diskutiert. Es gilt hierbei seitens der Verantwortlichen aus Politik und Wirtschaft, den goldenen Mittelweg zwischen der Gewährleistung des gewünschten Sicherheitslevels auf der einen Seite und der Reisequalität der Passagiere auf der anderen Seite zu finden.

**„Der Luftverkehr und Flughäfen stellen in Zukunft nicht mehr das bevorzugte Ziel von terroristischen Anschlägen dar. Generell müssen wir uns aber mit mehr Unsicherheit als in den letzten Jahrzehnten abfinden, 100 Prozent Sicherheit kann es ohnehin nicht geben.“**

*Claudia Uhe, Bereichsleiterin Unternehmensentwicklung, Umwelt und Nachhaltigkeit, Fraport AG*

70 Prozent der befragten Bürger fühlen sich an großen Verkehrsknotenpunkten wie Hauptbahnhöfen oder dem Flughafen Frankfurt überwiegend sicher. Darüber hinaus wäre mit 56 Prozent mehr als die Hälfte bereit, zur Erhöhung der Sicherheit vor Terrorangriffen Einschränkungen im Reiseablauf in Kauf zu nehmen.

## 2016: „Ich fühle mich an großen Verkehrsknotenpunkten (Flughafen, Bahnhof) sicher.“

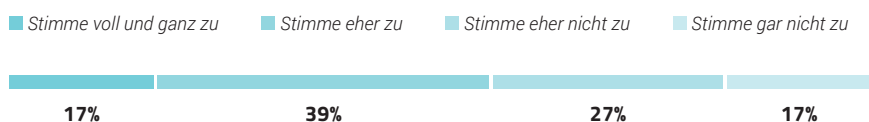


N = 302



Bürger-Einschätzung

## 2016: „Ich bin bereit, zur Erhöhung der Sicherheit vor Terrorangriffen Einschränkungen an großen Verkehrsknotenpunkten in Kauf zu nehmen (zum Beispiel längere Wartezeiten, Zutritt nur mit Ticket).“



N = 293



Bürger-Einschätzung

### TREND 5: Digitalisierte Luftfrachttransportkette

Die Digitalisierung ist auch im Luftverkehr ein Megatrend. Doch oftmals werden Lösungen und Anwendungsfälle ausschließlich im Zusammenhang mit dem Transport von Passagieren, also unter dem Stichwort „Mobilität“ beschrieben. Dies geschieht auch mit gutem Grund, da das Marktvolumen dort im Vergleich zum Gütertransport wesentlich höher ist. Doch gerade im Luftfrachtverkehr bietet die digitale Transformation enorme Chancen. Die Ansätze aus Industrie 4.0 und dem Internet of Things können aufgrund der hohen Arbeitsteiligkeit und der großen Anzahl von Beteiligten optimal in die Luftfrachttransportkette integriert werden.

## In Zukunft finden Luftfracht- sendungen ihren Weg vom Versender bis zum Empfänger alleine.

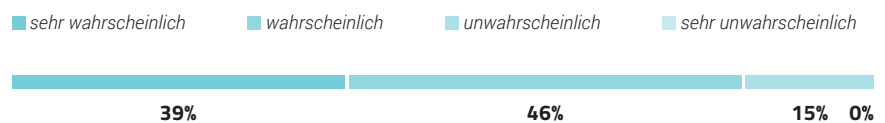
Ergebnis Online-Befragung Experten

Die befragten Experten sehen diese Entwicklung im Jahr 2035 schon weit fortgeschritten. So geben sie an, dass die Luftfrachtensendungen zu „smart objects“ geworden sein werden, die die Grundlage für die vollständige Automatisierung der Frachtabfertigungsprozesse (zum Beispiel Rampensteuerung, papierlose Dokumentation, Assistenzsysteme et cetera) darstellen. Dabei wird diese Entwicklung von 85 Prozent der Experten als mindestens wahrscheinlich angesehen, wobei 39 Prozent sich dies sogar als sehr wahrscheinlich vorstellen können. 15 Prozent halten diese Entwicklung für unwahrscheinlich. Als sehr unwahrscheinlich wird diese These von niemandem bewertet.

## 2035: „Luftfrachtensendungen sind ‚smart objects‘ und Grundlage für die vollständige Automatisierung der Frachtabfertigungsprozesse (zum Beispiel Rampensteuerung, papierlose Dokumentation, Assistenzsysteme).“



Experten-Einschätzung



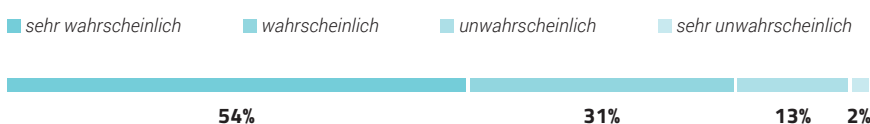
N = 39

Beim Transport von Gütern ist die Zuverlässigkeit bezüglich der zugesagten Transportzeiten das wichtigste Qualitätskriterium. Je hochwertiger das Transportgut ist, desto höher ist dieser Leistungsanspruch. Dies gilt insbesondere für leicht verderbliche Waren wie Lebensmittel sowie pharmazeutische Produkte. Dabei stellt neben einer verspäteten Auslieferung der Totalverlust der Güter den Worst Case dar. Um schnellstmöglich auf unvorhergesehene Ereignisse während des Transports reagieren zu können, müssen die relevanten Informationen so schnell wie möglich an einen Entscheider gesendet werden, der die erforderlichen Notfallmaßnahmen einleiten

kann. Eine permanente digitale Transparenz bezüglich der Position und des Zustands (zum Beispiel Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Zollstatus) der Sendungen innerhalb der Luftfrachttransportkette über alle Beteiligten hinweg, analog zu den Expressdienstleistern, ist dabei unumgänglich. Diese Informationen können dabei nicht nur für das Notfallmanagement genutzt werden, sondern ermöglichen eine Ressourcenoptimierung entlang der gesamten Transportkette.

Über die Hälfte der befragten Experten (54 Prozent) hält es für sehr wahrscheinlich, dass im Jahr 2035 die Luftfrachttransportkette vollständig digital abgebildet sein wird und vom Versender bis zum Empfänger durchgehend transparent ist. Als mindestens wahrscheinlich bewerteten 85 Prozent der Experten diese Zukunftsthese, wobei 15 Prozent dies als unwahrscheinlich einstufen. Die befragten Wissenschaftler sind dabei etwas zurückhaltender und bewerten eine vollständige Digitalisierung als eher unwahrscheinlich.

## 2035: „Die Luftfrachttransportkette wird vollständig digital abgebildet und ist vom Versender bis zum Empfänger durchgehend transparent.“



N = 39



Experten-Einschätzung

**„Entweder die Luftfracht ist in 20 Jahren komplett digitalisiert oder es gibt nur noch die Integratoren, die das Luftfrachtgeschäft komplett übernommen haben.“**

*Prof. Dr. Kai-Oliver Schocke, Professor für Logistik und Produktionsmanagement,  
Frankfurt University of Applied Sciences*

## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle



▲ © Fraunhofer IML

### Frachttransport mit Luftschiffen

Die Idee Frachtgüter mit Luftschiffen zu transportieren ist nicht neu, hat sich bislang aufgrund von technischen Hemmnissen jedoch nicht durchgesetzt. Dies wird sich in naher Zukunft ändern. Ein Beispiel hierfür ist das Hybrid Airship von Lockheed Martin. Dies ist ein mit Helium gefüllter Flugapparat, der auf allen Terrains landen kann – ob Wasser, Schnee oder auf unebenen Untergründen. Das Fluggerät kann Fracht mit einem Gewicht von bis zu 20 Tonnen transportieren. Die Frachtkosten sind nach Angaben des Herstellers niedriger als beim Transport mit Flugzeugen, zudem schade der Flugbetrieb mit dem Hybrid Airship der Umwelt weniger. Straightline Aviation (SLA) hat in diesem Jahr die ersten zwölf Airships mit einem Auftragsvolumen von 480 Millionen Dollar geordert. Die Fluggeräte sollen bis Ende 2018 ausgeliefert werden

### Solar Impulse

Mit dem Projekt Solar Impulse wollen die Initiatoren und Förderer der Welt zeigen, wie wichtig saubere Technologien für eine nachhaltige Welt sind. Mit der Entwicklung solcher Technologien kann nach Einschätzung der Initiatoren der Energieverbrauch der Welt halbiert werden. Wie leistungsfähig Solar Impulse ist, hat das Team um Bertrand Picard kürzlich bewiesen, als es mit dem Solarflugzeug vom japanischen Nagoya in fünf Tagen und fünf Nächten nach Hawaii geflogen ist.

▼ © Solar Impulse





▲ © EPFL / TRANSP-OR / LIV / ICOM

### Neue Flugzeugkonzepte

Für Airlines gilt stets: Flugzeuge, die nicht in der Luft sind, verdienen kein Geld. Weiterhin kann durch eine kurze Bodenzeit die Gesamtanzahl von Flugzeugen reduziert werden. Aus diesen Gründen wird der Ansatz verfolgt, die Be- und Entladung von Flugzeugen möglichst modular zu gestalten. Es wird an Konzepten geforscht, die eine Beladung von Flugzeugen mit kompletten Kapseln, die auch im Landverkehr eingesetzt werden können, ermöglichen. Forscher von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne haben mit Clip-Air ein innovatives Konzept entwickelt, bei dem das Transportmodul – ein Nurflügler – von seiner Last komplett entkoppelt ist. Dabei besteht die Last aus Kapseln, die Passagiere, Fracht oder Kraftstoff tragen können.



▲ © SITA

### Beaconbasierte Reiseassistenzsysteme an Flughäfen

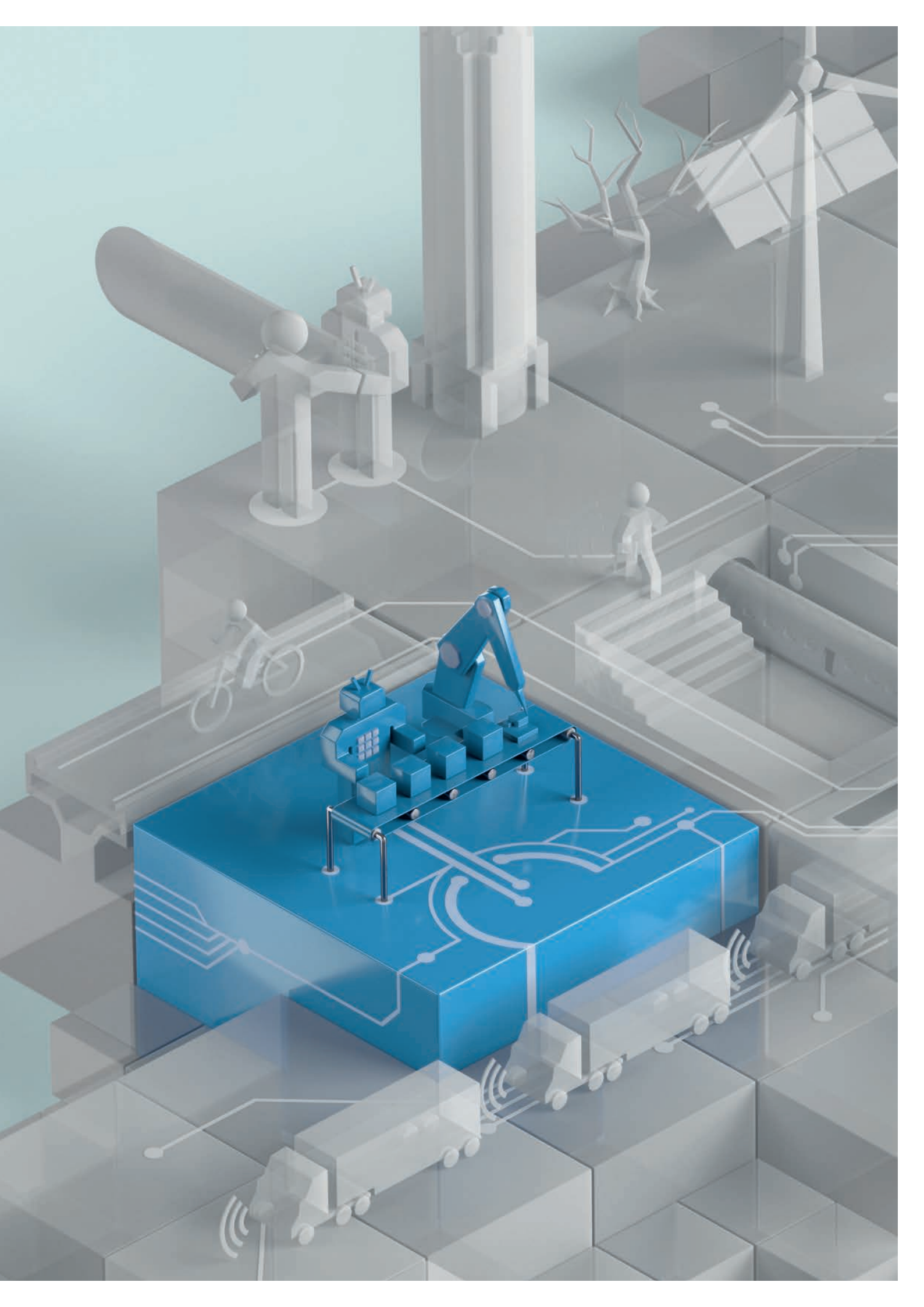
Im Sinne von „Passenger Experience“ soll sich der Passagier am Flughafen so wohl wie möglich fühlen. Mit „Beacon Registry“ von SITA erhalten Passagiere standortrelevante Informationen auf ihre mobilen Geräten. In Zusammenarbeit von Airline- und Flughafenpartnern können den Passagieren Informationen über Wegstrecken, Benachrichtigungen über Boarding Zeiten sowie über Angebote aus dem Flughafenrestaurant übermittelt werden. SITA Lab hat am Flughafen Hong Kong Ende 2015 im Rahmen eines Pilotbetriebs mehr als 50 Beacons installiert und Passagiere erfolgreich durch das Terminal geroutet.

Unter einer ähnlichen Zielsetzung werden von 2016 – 2019 im Rahmen des BMBF-Forschungsprojekts „RadAR+“ unter anderem vom House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH und dem Fraunhofer IML Reiseassistenzsysteme für dynamische Umgebungen auf Basis von Augmented Reality untersucht.

## 3.7 / NEUES WERTSCHÖPFUNGSDESIGN IN DER SUPPLY CHAIN

*Für die Supply Chain und das Wertschöpfungsdesign liegt die größte Herausforderung in der Synchronisierung und Integration aller Prozesse und Akteure entlang der Wertschöpfungskette. Dies schließt nicht nur die Objekt- und Informationsflüsse mit ein, sondern auch die Finanzflüsse, bei denen bisher am meisten Handlungsbedarf besteht. Im Zuge der immer stärkeren Autonomisierung ist der Umgang mit Daten als neuem Produktionsfaktor eine zentrale Aufgabe.*





## Einführung

Neue Trends und Technologien sowie immer kürzere Produktlebenszyklen und steigende Kundenerwartungen bilden große Herausforderungen für Supply Chains. Das Supply Chain Management, die unternehmensübergreifende und prozessorientierte Koordination des gesamten Wertschöpfungsprozesses und der Lieferkette, verfolgt das Ziel, den generierten Gesamtwert zu maximieren. Dabei werden Material-, Informations- sowie Finanzflüsse integriert und über alle Wertschöpfungsstufen hinweg optimal geplant und gesteuert.

Neue Wertschöpfungsdesigns in der Supply Chain werden geschaffen, zum Beispiel in Form von Technologie, Prozessen oder Governance. Das Design der Wertschöpfung kann für die Differenzierung maßgeblich sein und damit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil erzielen.

Für Supply Chains sind besonders die Auswirkungen der digitalen Revolution äußerst relevant. Die rasant voranschreitende Digitalisierung sowie entsprechende Technologien und Trends weisen auf eine künftig weiterhin ausgeprägte Notwendigkeit zur stetigen Anpassung von Wertschöpfungsketten hin.

Industrie 4.0 und Smart Factories stehen aktuell im Fokus der Entwicklungsaktivitäten, um Abläufe zu optimieren und zu automatisieren: Effektiver, kostengünstiger, schneller und einfacher sollen die Prozesse werden. Intelligenter Transport im Zusammenhang mit Schwarmintelligenz und autonomen Systemen beeinflusst die Wertschöpfungskette. Transporteinheiten können sich autonom bewegen und müssen keinem vorgefertigten Weg mehr folgen, wodurch Zeitersparnisse, Flexibilität und Effizienz erreicht werden. Das Internet of Things und intelligente Objekte, sogenannte Cyber-physische Systeme, können die Supply Chains revolutionieren. Die Objekte, Produkte, Label und Infrastrukturen sind miteinander vernetzt und besitzen eine künstliche Intelligenz. Dies ermöglicht es ihnen, Prozesse autonom auszulösen beziehungsweise durchzuführen sowie untereinander zu kommunizieren.

Neue Produktionsverfahren wie beispielsweise der 3D-Druck sowie Robotik-gestützte Verfahren entstehen, und Produktionsstätten sowie Intralogistik werden umgestaltet.

Darüber hinaus rücken Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein immer mehr in den Vordergrund, wodurch ökologische Aspekte beispielsweise bei Materialbeschaffung und Rohstoffstrategien, bei der Abwicklung von Prozessen, der Herstellung von Produkten, bei der Verpackung oder dem Recycling berücksichtigt werden.

Dabei spielen Risiko, Schutz und Sicherheit eine zentrale Rolle. Schäden von Supply Chains durch Krieg und Naturkatastrophen sowie Angriffe von Terroristen und Cyber-Kriminellen müssen vermieden werden. Die Flexibilität und Dynamik sowie Robustheit der Supply Chain muss gesichert sein.

Mobile Solutions und Smart Devices können für das Management von Supply Chains und als Tools für die Prozessumsetzung eingesetzt werden. Weiterhin können mobile Lösungen von Kunden genutzt werden, etwa im Rahmen von Mobile Commerce, dem elektronischen Handel über mobile Endgeräte. Auch zur Bezahlung geraten mobile Lösungen und Geräte immer mehr in den Fokus.

Die Digitalisierung der finanziellen Wertschöpfungskette sowie der Zugang zu Liquidität in der Supply Chain sind essentiell. In einer Supply Chain steht jeder physischen Transaktion eine finanzielle Transaktion gegenüber. Ohne Liquidität kommt die komplette Supply Chain zum Erliegen. Nur durch eine Digitalisierung der finanziellen Wertschöpfungskette können Material-, Informations- und Finanzflüsse zukünftig synchron ablaufen.

Zentrale Aspekte der verschiedenen Entwicklungen sind vor allem Integration, Transparenz und Vernetzung zwischen Systemen, Objekten, Plattformen und Akteuren.

Neben Wertschöpfungsketten-übergreifenden Aspekten, die Prozesse, Strategie und Abläufe betreffen, ist das Thema

Finanzflüsse und Liquidität wichtig. Finanzen und Liquidität sind für die komplette Supply Chain relevant und haben besonders weitreichende Auswirkungen auf die Wertschöpfung, die Logistik wie auch auf Finanzinstitute und die Entstehung verschiedener Produkte.

Aufgrund des vorherrschenden finanziellen Drucks und Liquiditätsengpässen konzentrieren sich Firmen immer stärker auf die Optimierung ihrer Cash-Positionen. Working Capital Management steht im Fokus des erfolgreichen Managements von Unternehmen. Zur Optimierung von Finanzflüssen und Liquiditätspositionen gibt es verschiedene Methoden, Supply Chain Finance (SCF) ist eine davon. SCF ist ein innovatives Finanzierungsinstrument für die Supply Chain, das gebundene Liquidität freisetzt und Vorteile für alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette schafft.

Normalerweise läuft der Prozess automatisiert über eine elektronische Plattform ab, an die mehrere Lieferanten (und gegebenenfalls Finanzinstitute) angebunden sind. In diesem Fall kann SCF mit E-Invoicing kombiniert werden. Die Digitalisierung der Zahlungsströme schafft noch weitere Lösungen: Smart Finance und Smart Payment zum Beispiel. Dabei handelt es sich um digitalisierte Finanzprozesse und Bezahlmethoden, die mit autonomen Objekten verbunden und so ohne den Eingriff des Menschen durchgeführt werden können.

Traditionelle Banken bekommen Konkurrenz: FinTechs, Unternehmen, die sich auf das Angebot von Finanztechnologien spezialisieren, treten mit neuartigen Lösungen beispielsweise im Bereich Kreditvergabe, E-Commerce, Factoring und Banking-Systeme in den Markt ein. Diese Start-ups verändern Marktstrukturen und schaffen neue Möglichkeiten im Finanzsektor.

In Hessen sind bedeutende Industrieunternehmen wie Continental, Volkswagen, Opel, Merck, Sanofi, B. Braun Melsungen, Procter & Gamble und Siemens angesiedelt, wobei die Schwerpunkte auf der Automobilindustrie sowie Pharma- und Chemiebranche liegen. Etwa 360.000 von insgesamt nahezu

2,5 Mio. sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Hessen hatten im März 2016 einen Arbeitsplatz in der Industrie. Dies entspricht etwa jedem siebten Arbeitsplatz. Die Beschäftigten verteilen sich auf 1400 Betriebe.<sup>2</sup>

Einige der größten Banken Deutschlands haben ihren Sitz in Hessen, speziell dem Finanzplatz Frankfurt am Main: Deutsche Bank, Commerzbank, KfW und DZ Bank. Weiterhin sind die Europäische Zentralbank sowie die Deutsche Bundesbank in Frankfurt angesiedelt. Insgesamt gibt es mehr als 190 Banken, die ihren Sitz am Finanzplatz Frankfurt haben und ca. 62.700 Arbeitnehmer beschäftigen.<sup>3</sup>

Nicht nur für diese, sondern auch für viele weitere hessische Unternehmen können die angesprochenen Veränderungspotenziale wesentliche Auswirkungen haben. Durch die Potenziale entsteht ein Bedarf, verschiedene Aspekte weiter zu erforschen und weiterzuentwickeln – eine wichtige Aufgabe für die in Hessen angesiedelten Forschungsinstitute und -einrichtungen. Zudem handelt es sich um Themen, in denen ebenfalls die Einbindung der Politik eine Rolle spielen kann, wenn es etwa um Normen und Richtlinien sowie die Förderung

<sup>1</sup> *Der Lieferant liefert und schickt dem Einkäufer eine Rechnung. Der Einkäufer bezahlt mit Zahlungsziel, um seine freie Liquidität möglichst lange zu erhalten. Der Lieferant wartet im Schnitt 60 Tage, in denen seine verfügbare Liquidität reduziert ist: Besonders für kleinere Lieferanten entstehen dadurch Liquiditätsprobleme. Aufgrund ihrer geringen Größe werden ihnen zudem meist schlechte Konditionen für Kredite geboten, obwohl gerade sie den Zugang zu Kapital dringend nötig hätten. SCF nutzt das Prinzip des Reverse Factoring: Der Lieferant profitiert von den Konditionen, die auf der Kreditwürdigkeit des Käufers basieren, und wird so zu einem zahlungsfähigen und zuverlässigen Partner. Er bekommt von einem Finanzinstitut einen Kredit für die Zeit bis zum Zahlungsziel zu den Konditionen des kaufenden Unternehmens.*

<sup>2</sup> *vgl. Hessisches Statistisches Landesamt 2016a; Hessisches Statistisches Landesamt 2016b*

<sup>3</sup> *vgl. Frankfurt Main Finance 2016*

verschiedener Themen geht. Es gilt daher zu bewerten, welche Veränderungen, die das Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain der Zukunft betreffen, zentral für die erfolgreiche Positionierung von Hessen im Bereich Logistik und Mobilität sind.

## Zukunftstrends in Hessen

### TREND 1: Autonomisierung der Wertschöpfungskette

Was bedeutet eigentlich Industrie 4.0? Ziel ist die vollständige intelligente Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und Systemen in Echtzeit, sowohl horizontal als auch vertikal.<sup>1</sup> Das damit verbundene Konzept der Smart Factory schließt intelligente Produkte, kommunizierende Maschinen und assistierende Bediener mit ein.

<sup>1</sup> vgl. Bitkom & Fraunhofer IAO 2014

Alle Betriebsmittel wie Werkzeugmaschinen, Industrieroboter, Diagnosesysteme, Sortierstationen sowie elektronische Geräte wie beispielsweise mobile Computer oder Smartphones sind mit Mikroprozessoren ausgestattet und werden so zu Cyber-physischen Systemen. Sie verfügen über Sensoren, die Daten in Echtzeit erfassen, sowie Aktoren, die auf die Prozesse einwirken können. Sensoren und Aktoren sind miteinander vernetzt. Ein Objekt kennt seine Daten und kann so seine eigene Produktion oder seinen Transport durch die Wertschöpfungskette steuern. Menschen sind dabei nur noch zur Kontrolle oder für einzelne Schritte notwendig und werden darüber ebenfalls von den intelligenten Objekten informiert.

Alle Prozesse in der Supply Chain können somit schneller, flexibler und mit geringerer Fehlerquote entsprechend dem Kundenwunsch nach Individualisierung ablaufen. Autonome Roboter arbeiten mit Menschen zusammen, Maschinen prognostizieren ihre eigene Wartung vorher (Predictive Maintenance) und Arbeiter nutzen Tablet-computer sowie mobile Endgeräte<sup>2</sup> als Mensch-Maschine-Schnittstelle.

<sup>2</sup> vgl. Bernhard & Hofmann 2016; Dorst o.J.

**72 Prozent der Experten glauben, dass 2035 intelligente Objekte und Infrastrukturen sowie autonome Transportsysteme alle Abläufe in der Supply Chain eigenständig bestimmen.**

Im Zukunftsszenario in der Smart Factory sieht das am Beispiel der Joghurtproduktion folgendermaßen aus: Obwohl die Produktion viel schneller geht und große Massen gefertigt werden können, ist sie von hoher Flexibilität und Individualisierung geprägt. Eine Kundin ordert ihren Joghurt mit Chiliflocken anstatt wie bisher mit Schokoladenstreuseln. Die Abfüllmaschine teilt dem Produktionsagenten mit, dass sie nur Schokoladenstreusel und keine Chiliflocken vorrätig hat. Der Produktionsagent beauftragt den Einkaufsagenten, Chiliflocken zu ordern. Der Einkaufsagent teilt der Auktionsplattform mit, dass sie einen Lieferanten für Chiliflocken finden soll, der beispielsweise innerhalb von 36 Stunden liefert. Das Joghurt-

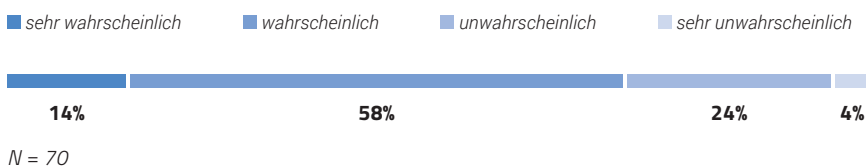
glas muss später zur Abfüllung und funkt an die intelligenten Transporteinheiten, wer es dorthin bringen könnte. Jedes einzelne Objekt hat sozusagen sein eigenes „Gehirn“, einen RFID<sup>1</sup>-Chip, der diese Kommunikation ermöglicht.<sup>2</sup>

Eine Mehrheit von 72 Prozent der Befragten hält es für wahrscheinlich, dass im Jahr 2035 intelligente Objekte und Infrastrukturen sowie autonome Transportsysteme alle Abläufe in der Supply Chain eigenständig bestimmen, also zum Beispiel

<sup>1</sup> radio-frequency identification

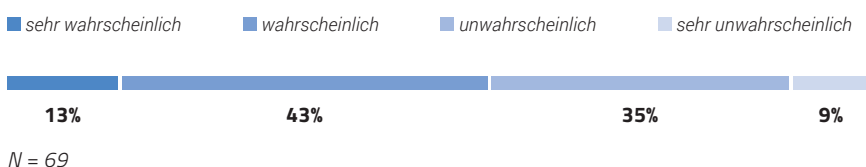
<sup>2</sup> vgl. Rauner 2016

## 2035: „Intelligente Objekte und Infrastrukturen sowie autonome Transportsysteme bestimmen alle Abläufe in der Supply Chain eigenständig (lösen zum Beispiel durch Sensorik automatisierte Bestellvorgänge aus).“



Experten-Einschätzung

## 2035: „Produktionsstätten sind durch Robotik und künstliche Intelligenz, die Fertigungsschritte ausführen und Entscheidungen selbstständig treffen können, vollständig automatisiert.“



Experten-Einschätzung

Bestellvorgänge selbstständig auslösen und durchführen. Bei der Frage, ob Produktionsstätten 2035 durch Robotik und künstliche Intelligenz vollständig automatisiert sind, gaben 56 Prozent der Befragten ihre Zustimmung. Auch im Zukunftswerkshop wurde dieses Szenario für wahrscheinlich gehalten. Daraus lässt sich schließen, dass das Konzept Industrie 4.0 mit vernetzten, autonomen Objekten in 2035 weitreichend etabliert sein wird.

Die Technologie des 3D-Drucks oder der additiven Fertigung erfährt momentan große Aufmerksamkeit. 3D-Druck kehrt die Vorgehensweise der Formgebung um: Bisher wurde Material zur Herstellung abgetragen, in der additiven Fertigung wird das Material schichtweise automatisch aufgebaut. Das Produkt wird entsprechend seines Datensatzes als virtuelles 3D-Modell Schicht für Schicht nachgebaut. Das Material ist meist flüssiger Kunststoff (oder Keramik, Metall) und wird mit einer Spritzdrüse auf eine Grundfläche, die sich nach und nach absenkt, aufgebracht. Besonders für die Herstellung von Prototypen ist der 3D-Druck heute schon beliebt. Sowohl Unternehmen als auch viele Verbraucher glauben an die flächendeckende Durchsetzung der additiven Fertigung.<sup>1</sup>

In der Medizintechnik, der Automobilindustrie und in der Luftfahrtbranche wird mittlerweile schon der Einsatz von 3D-Druck getestet.<sup>2</sup> Local Motors und IBM haben inzwischen sogar einen autonom fahrenden Shuttle-Bus mit additiver Fertigung hergestellt.<sup>3</sup> Die Hessische Digitalstrategie sieht eine Förderung für Innovationsprojekte und den Aufbau von Kompetenzzentren im Bereich additiver Fertigung vor.<sup>4</sup>

Eine flächendeckende Etablierung der additiven Fertigung würde die Wertschöpfungsketten dahingehend verändern, dass Endkunden ihre Produkte selbst drucken und nicht mehr auf die Produktion und Lieferung durch Hersteller und Transportunternehmen angewiesen sind. Die Produktion verschiebt sich zum Endkunden, viele Schritte in der Supply Chain entfallen.

69 Prozent der Befragten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sind der Meinung, dass innovative Produktionsverfahren wie 3D-Druck eine Verschiebung der Wertschöpfung hin zum Endkunden zur Folge haben. Im privaten Bereich zeigt sich ein etwas anderes Bild. Nur 52 Prozent der hessischen Bürger gehen davon aus, dass sie 2035 viele Dinge zuhause produzieren. Hieraus lässt sich die Tendenz erkennen, dass sich der 3D-Druck vor allem in der Industrie etabliert und dort zu Veränderungen in der Wertschöpfungskette führt. Im privaten Bereich wird additive Fertigung zwar vorkommen, jedoch eher für ausgewählte Anwendungen. Private Haushalte werden wahrscheinlich weiterhin auf funktionierende Supply Chains angewiesen sein.

<sup>1</sup> vgl. Dorst & Pentsi 2014; Hill 2013

<sup>2</sup> vgl. Bullis 2011; Krämer 2016a

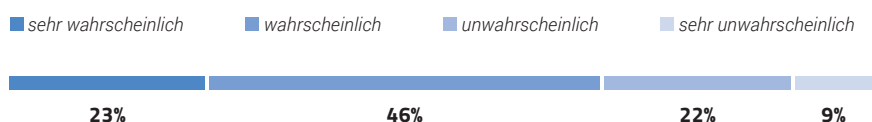
<sup>3</sup> vgl. Krämer 2016b

<sup>4</sup> vgl. Hessische Landesregierung 2016: 60

## 2035: „Verfahren wie der 3D-Druck haben zu einer Verschiebung der Produktion zum Endkunden hin geführt.“

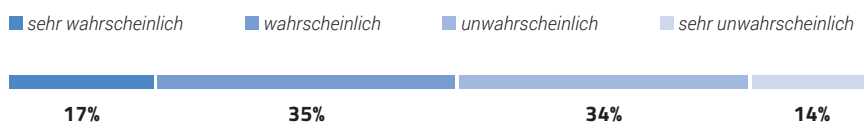


Experten-Einschätzung



N = 68

## 2035: „Durch neue Verfahren wie den 3D-Druck ‚produziere‘ ich viele Dinge zuhause selbst.“



N = 299



Bürger-Einschätzung

### TREND 2: Mangelnder Strategieabgleich der Akteure

Viele zukunftsorientierte Konzepte zielen auf eine Optimierung der kompletten Supply Chain und der Wertschöpfung ab. Hierfür ist es nötig, dass alle Akteure in der Supply Chain eine gemeinsame Strategie verfolgen. Die gesamte Wertschöpfungskette erstreckt sich über den kompletten Lebenszyklus von Produkten, von der Idee über Entwicklung und Fertigung bis zu Auslieferung und Recycling. Der Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen. Umso wichtiger ist es, den Kunden in den Mittelpunkt zu stellen und die Gesamtheit der Wertschöpfung durch Kooperation für ihn zu optimieren.

Auch zentrale Erfolgsfaktoren wie Transparenz, Vernetzung und Austausch von Daten und Informationen benötigen als Basis der Zusammenarbeit die Einigung auf eine strategische Zielrichtung. In den meisten Fällen zielen die einzelnen Akteure einer Wertschöpfungskette jedoch auf die Maximierung des eigenen Gewinns sowie die Erreichung ihrer eigenen Zielsetzungen ab. Dies entspricht dem Verhalten des Gefangenendilemmas, das eine Situation beschreibt, in der individuelles Verhalten Einzelner in einer Gruppe zu einem nicht optimalen Ergebnis für die Gruppe führt.<sup>1</sup> Für die Akteure ist es in einer derartigen Situation besser, zu kooperieren und Informationen offenzulegen, da sie so das Ergebnis optimieren können.

<sup>1</sup> vgl. Arbia 2008

**73 Prozent der befragten Experten gehen davon aus, dass es 2035 weiterhin einen mangelnden Strategieabgleich der Akteure in der Supply Chain und damit kein Gesamtoptimum gibt.**

Ergebnis Online-Befragung

Die Erreichung vollständiger Integration und Transparenz der Prozesse in der Wertschöpfungskette und damit der Verfolgung eines Gesamtoptimums sowie einer gemeinsamen Strategie durch alle Akteure halten 73 Prozent der Befragten für unwahrscheinlich. Im Zukunftsworkshop wurde die gleiche Ansicht vertreten. Die Experten sind sich darin einig, dass die fehlende strategische Übereinstimmung ein Problem ist, das dringend einer Lösung bedarf. Es besteht ein großer Handlungsbedarf hinsichtlich der Verbesserung der Bereitschaft zur Kooperation und zum Teilen von Informationen, um ein Gesamtoptimum zu erreichen.

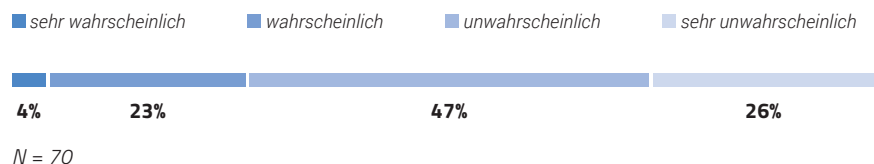
**„Durch das Internet der Dinge entsteht Transparenz und die Supply Chain wird stärker verzahnt. Die Akteure müssen viel intensiver zusammenarbeiten und flexibler werden. Kooperation, Kommunikation und der Austausch von Daten sind essentiell.“**

*Dr. Klaus Dohrmann, Vice President Strategy and Development, Engineering & Manufacturing Sector,  
DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION*

## 2035: „Alle Akteure in der Wertschöpfungskette haben eine gemeinsame Strategie zur Erreichung eines Gesamtoptimums.“



Experten-Einschätzung



### TREND 3: Digitalisierung der Finanzströme

Im Rahmen der zunehmenden Digitalisierung von Wertschöpfungsketten müssen auch die dazugehörigen Finanzprozesse entsprechend digitalisiert werden, damit sich Material- und Informationsflüsse mit Finanzflüssen zeitlich annähern und im Idealfall in Echtzeit synchronisieren können. Durch die Integration der Finanzströme



wird Transparenz erreicht und die Interoperabilität erhöht, essentielle Erfolgsfaktoren für erfolgreiche und stabile Wertschöpfungsketten. Statt des papierbasierten Rechnungsaustausches und weiteren Belegen oder Dokumenten in Papierform werden immer mehr elektronische Rechnungen (E-Invoices) und Dokumente versendet. Der Aufwand für die Erstellung und Verwaltung papierbasierter Rechnungen entfällt, der Versand findet automatisiert sowie wesentlich schneller und effizienter statt. In Europa werden von 37 Milliarden Rechnungen nur acht Milliarden (22 Prozent) elektronisch abgewickelt.<sup>1</sup> In Deutschland empfangen 93 Prozent der Unternehmen in 2015 noch Rechnungen per Post und in Papierform.<sup>2</sup> Entsprechend der europäischen Vorgaben muss der öffentliche Sektor bis 2018 komplett auf E-Invoicing umstellen.

<sup>1</sup> vgl. Billentis 2016

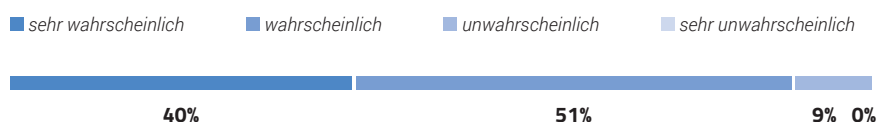
<sup>2</sup> vgl. Billentis 2016

Eine große Mehrheit von 91 Prozent der Befragten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik geht davon aus, dass 2035 die Zahlungsströme innerhalb von Supply Chains komplett digitalisiert sind, es keinen papierhaften Rechnungsaustausch mehr gibt

**91 Prozent der Experten glauben, dass die Zahlungsströme innerhalb von Supply Chains 2035 komplett digitalisiert sind und es keinen papierbasierten Rechnungsaustausch sowie keine Belege beziehungsweise Dokumente mehr in Papierform gibt.**

*Ergebnis Online-Befragung*

**2035: „Zahlungsströme innerhalb der Supply Chain sind komplett digitalisiert. Es gibt keinen papierbasierten Rechnungsaustausch. Logistik- und Zahlungsströme nähern sich zeitlich an.“**



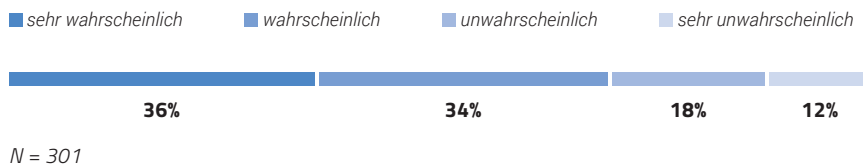
*Experten-Einschätzung*

*N = 69*

und keine Belege beziehungsweise Dokumente mehr in Papierform existieren. Auch im Zukunftsworkshop wurde dieses Szenario als wahrscheinlich angesehen. Entsprechend der allgemeinen Entwicklung ist eine Digitalisierung der Finanzprozesse nicht zu umgehen. Um das Szenario zu realisieren, besteht jedoch bei Betrachtung aktueller Zahlen noch großer Handlungsbedarf.

Auch im privaten Alltag spielt die Digitalisierung von Finanzprozessen eine immer stärkere Rolle. Beim Online-Handel über PCs und mobile Endgeräte werden neuartige Bezahlssysteme genutzt und auch in Geschäften könnten sich automatisierte und kontaktlose Bezahlverfahren immer weiter ausbreiten. 70 Prozent der hessischen Bürger sind der Meinung, dass sie 2035 ausschließlich automatisierte und kontaktlose Bezahlverfahren nutzen werden.

## 2035: „Beim Einkaufen nutze ich ausschließlich automatisierte und kontaktlose Bezahlverfahren.“



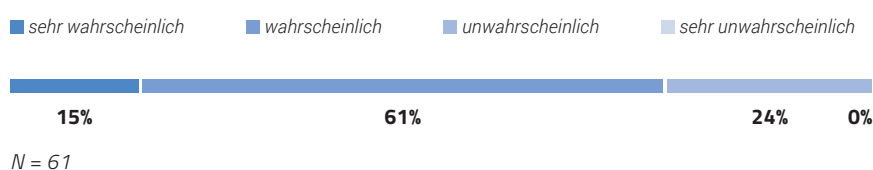
### TREND 4: Alternative Finanzierungskonzepte

Der vorherrschende finanzielle Druck und Liquiditätsengpässe, besonders seit der Finanzkrise, zwingen Unternehmen dazu, sich mehr Gedanken über neue Finanzierungsmöglichkeiten zu machen. Supply Chain Finance (SCF) beispielsweise ist ein Instrument zur Vorfinanzierung von Lieferanten, das gleichzeitig gebundene Liquidität in der Supply Chain freisetzt und damit allen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette zugutekommt. Kombiniert mit E-Invoicing kann der Prozess über eine Plattform automatisiert werden, so lassen sich zusätzlich Prozessbeschleunigungen realisieren. Besonders für KMUs als Motor der deutschen Wirtschaft bietet das Instrument große Vorteile, da gerade kleinere Unternehmen häufig mit Liquiditätsproblemen zu kämpfen haben. Viele bekannte Unternehmen wie Siemens, DHL und Lufthansa haben SCF schon für ihre Lieferanten eingeführt. Hinsichtlich der Verbreitung besteht jedoch noch ein großes ungenutztes Potenzial, das vor allem auf Wissensdefizite und mangelndes Verständnis zurückzuführen ist. Die Vielzahl an verschiedenen SCF-Anbietern hat eine Heterogenität an Konzepten, Prozessen und technologischen Lösungen geschaffen, was eine flächendeckende Einführung erschwert.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> vgl. Henke & Schulte 2016

Eine Mehrheit von 76 Prozent der Befragten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik geht davon aus, dass Supply Chain Finance 2035 standardisiert sowie flächendeckend implementiert ist. Um dieses Szenario zu realisieren, müssen jedoch einige Änderungen forciert werden.

## 2035: „Supply Chain Finance als Instrument zur Optimierung von Finanzströmen und Erhöhung der Liquidität in Supply Chains stärkt insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen. SCF ist mittlerweile standardisiert sowie flächendeckend implementiert.“



Experten-Einschätzung

Smart Finance und Smart Payment, digitalisierte Finanzprozesse und Bezahlmethoden, sind weitere Beispiele für neue Lösungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Zahlungsströme. In Verbindung mit autonomen Objekten können sie ohne den Eingriff des Menschen durchgeführt werden und stellen somit eine ideale Lösung für das Konzept Industrie 4.0 dar. Nicht nur die Waren- und Informationsflüsse werden automatisiert, sondern auch die Finanzströme, denn ohne Liquidität kommt die Supply Chain zum Erliegen. Das Fraunhofer IML forscht aktuell intensiv in diesem Bereich und führt ein entsprechendes Projekt mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und drei Praxispartnern durch.<sup>1</sup>

1 Mehr Informationen unter [www.sofia-projekt.de](http://www.sofia-projekt.de)

80 Prozent der Befragten halten es für wahrscheinlich, dass 2035 Smart Finance und Smart Payment-Methoden mit intelligenten Objekten in der Supply Chain miteinander verbunden sind und so ohne den Eingriff des Menschen autonom durchgeführt werden können. Im Zukunftsworkshop wurde die Ansicht vertreten, dass zumindest für Standardprozesse autonome Finanzströme wünschenswert sind, dass jedoch eine Schnittstelle zum Menschen vorhanden sein sollte. Entsprechend der Entwicklungen im Bereich Industrie 4.0 ist es wahrscheinlich, dass 2035 auch Finanzströme automatisiert sein werden, um die Synchronisation der Prozesse in Echtzeit zu gewährleisten.

Darüber hinaus erobern FinTechs mit neuartigen Lösungen im Bereich Finanztechnologien den Markt. Mit den angebotenen Lösungen verändern sie bestehende Marktstrukturen und machen traditionellen Banken besonders im Bereich der Kreditvergabe Konkurrenz. Über eine IT-Plattform vernetzen sie Kreditnehmer mit Investoren und ermöglichen damit eine schnellere sowie unkompliziertere Vergabe von Krediten.<sup>1</sup> Normalerweise basieren diese Modelle auf dem Prinzip des Crowdlending, wie zum Beispiel bei Funding Circle, Kreditech oder Crosslend.<sup>2</sup> In diesem Zusammenhang rückt auch die Blockchain-Technologie mehr in den Fokus. Die verteilte Datenbank enthält eine erweiterbare Liste von Datensätzen. Die Sicherung erfolgt durch die Speicherung des vorherigen Datensatzes im jeweils nachfolgenden. Für transparente und sichere Transaktionen könnte Blockchain eine entscheidende Rolle spielen.<sup>3</sup> All diese Entwicklungen verändern auch die Rolle sowie die Geschäftsmodelle anderer Akteure, wie zum Beispiel die der Logistikdienstleister.

<sup>1</sup> vgl. Für-Gründer.de o.J.

<sup>2</sup> vgl. Hoffmann 2015; Deutsche-Startups.de o.J.; Hüsing o.J.

<sup>3</sup> vgl. Jäger 2015; Hülsbömer & Genovese 2016

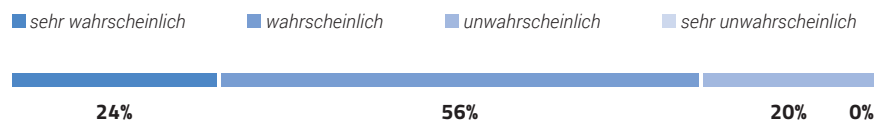
Die Hessische Digitalstrategie sieht vor, den Finanzplatz Frankfurt als einen der wichtigsten Standorte für FinTechs in Europa zu etablieren. Dazu erfolgt die Zusammenarbeit mit der Stadt Frankfurt, Universitäten, der Finanzwirtschaft, Inkubatoren und Geldgebern. Es sollen weitere FinTechs zur Stärkung der Innovationskraft sowie der Zukunftssicherung des Finanzplatzes angesiedelt. Dazu wird auch ein FinTech-Zentrum eingerichtet, das Raum, Vernetzung, Austausch sowie Beratung und Zugang zu Investoren bietet. Zur Förderung sollen Ideen- und Start-up-Wettbewerbe umgesetzt werden. Weiterhin sind Beratungsangebote für KMUs geplant, um deren Digitalisierungsprozesse zu unterstützen.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> vgl. Hessische Landesregierung 2016: 64f.

## 2035: „Smart Finance und Smart Payment-Methoden sind mit intelligenten Objekten in der Supply Chain verbunden und können so ohne den Eingriff des Menschen autonom durchgeführt werden.“



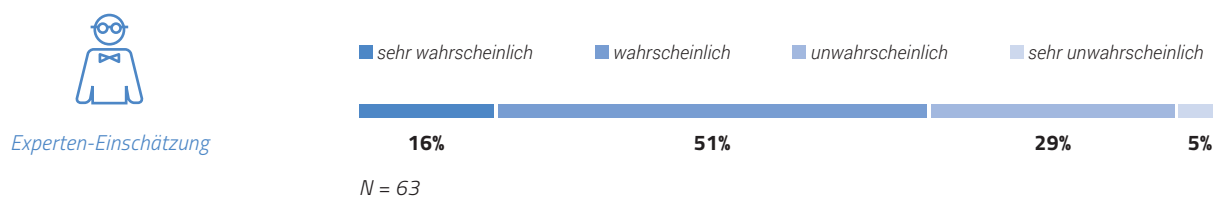
Experten-Einschätzung



N = 64

Von den befragten Personen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gehen 67 Prozent davon aus, dass 2035 FinTechs traditionelle Banken im Bereich der Kreditvergabe vollständig abgelöst haben. Auch im Zukunftsworkshop wurde der Trend bestätigt, dass alternative Finanzierungsmöglichkeiten durch FinTechs immer stärker an Einfluss gewinnen.

## 2035: „FinTechs vernetzen über eine IT-Plattform Kreditnehmer mit Investoren und ermöglichen eine schnellere sowie unkompliziertere Kreditvergabe. Damit haben sie traditionelle Banken im Bereich der Kreditvergabe vollständig abgelöst.“



### TREND 5: Sicherheitsrisiken in Wertschöpfungsketten

Sicherheitsaspekte in Wertschöpfungsketten haben unter Berücksichtigung der immer größeren Datenmengen, die produziert werden, sowie der immer stärkeren Vernetzung und des Informationsaustausches eine große Bedeutung. Ein im Zukunftsworkshop diskutierter Trend ist, dass Daten als neuer Produktionsfaktor genutzt werden. Ein Grund mehr, sich um Datenschutz zu bemühen, der momentan noch nicht umfassend vorhanden ist.

**„Wenn das Thema Datensicherheit nicht in Griff zu bekommen ist, ist die Fantasie von Innovationen in Logistik und Mobilität sehr viel begrenzter.“**

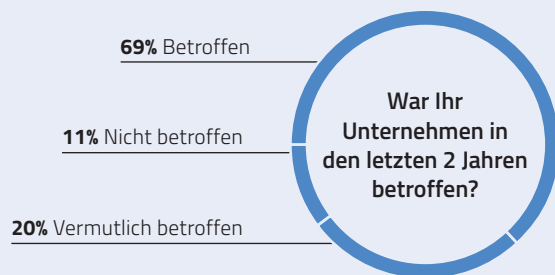
*Dr. Ralph Körfgan, Vorsitzender der Geschäftsführung, DB Vertrieb GmbH*

<sup>1</sup> vgl. *Shahd & Kopke 2016; Holz 2016*

<sup>2</sup> vgl. *Hessische Landesregierung 2016: 57*

Zwei Drittel der Industrie sind von Datendiebstahl, Sabotage und Spionage betroffen. Bei 55 Prozent dieser Unternehmen hat der Vorfall negative Auswirkungen auf Zulieferer, Dienstleister oder Kunden.<sup>1</sup> Die IT-Sicherheit ist noch unzureichend und daher eine entscheidende Barriere für die Einführung von Industrie 4.0.<sup>2</sup> Wenn Objekte autonom Daten miteinander teilen, muss gewährleistet sein, dass diese nicht in falsche Hände geraten. Durch die Vernetzung entstehen jedoch zum Beispiel viele Angriffsmöglichkeiten für Hacker. Auch die entstehende Transparenz von Daten und verschiedener Formen der Zusammenarbeit kann Risiken bedeuten. Unternehmen laufen Gefahr, die Datensicherheit zu vernachlässigen. Es müssen entsprechende Vorkehrungen zum Schutz der Daten getroffen werden.

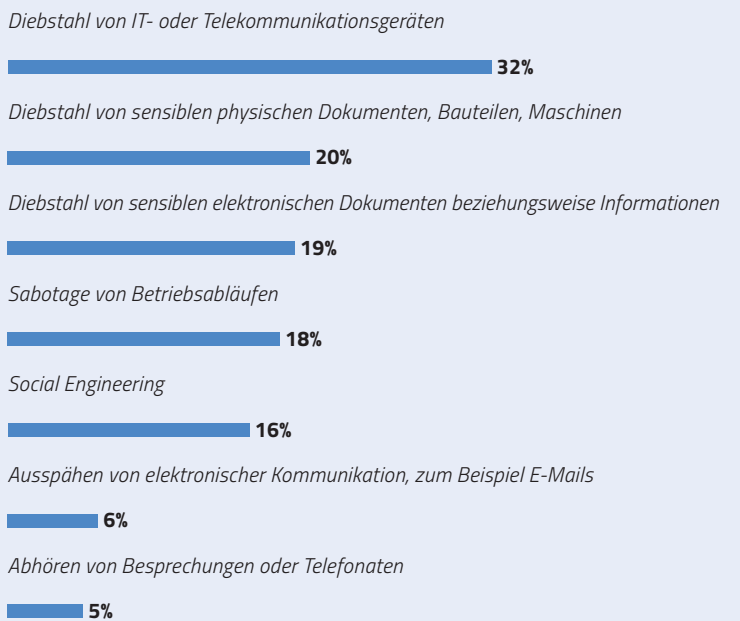
### Spionage und Sabotage in der Industrie<sup>3</sup>



**22,35 Mrd. Euro Schaden pro Jahr**

Basis: Alle befragten Industrieunternehmen, N = 504

### Die häufigsten Delikte



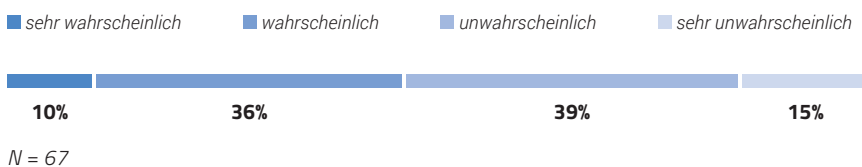
<sup>3</sup> *Bitkom Research 2016*

<sup>4</sup> vgl. *Pieringer 2016*

In Zeiten von kriegerischen Auseinandersetzungen und Naturkatastrophen ist auch das Ausfallrisiko von Supply Chains aufgrund der zunehmenden Globalisierung ein Thema. Sind Transportwege blockiert, fallen Lieferanten aus oder werden Produktionsanlagen zerstört, kann dies weitreichende Folgen für die komplette Wertschöpfungskette haben, wie zum Beispiel erst im April 2016 für Toyota aufgrund des Erdbebens in Japan.<sup>4</sup> Viel weitreichender waren die Auswirkungen nach dem Vulkanausbruch auf Island 2010. Es ist davon auszugehen, dass derartige Ereignisse in ihrer Häufigkeit zunehmen werden.

Eine Mehrheit von 54 Prozent der Befragten glaubt nicht daran, dass IT-gestützte Frühwarnsysteme sowie Notfallstrategien die Flexibilität und Robustheit von Supply Chains 2035 stark verbessert haben, so dass kriegerische Auseinandersetzungen oder Naturkatastrophen nicht mehr zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen führen. Die Supply Chains werden auch 2035 nicht flexibel und robust genug sein, um Katastrophen und Ausfälle zu kompensieren. Es besteht Handlungsbedarf hinsichtlich der Entwicklung von Frühwarnsystemen und Notfallstrategien. Entsprechende Schwächen in der Supply Chain könnten auch durch Transparenz und zunehmende Vernetzung ausgeglichen werden.

## 2035: „IT-gestützte Frühwarnsysteme mit Risikobewertung sowie Notfallstrategien haben die Flexibilität und Robustheit von Supply Chains stark verbessert. Kriegerische Auseinandersetzungen oder Naturkatastrophen führen nicht mehr zu schwerwiegenden Beeinträchtigungen.“



Experten-Einschätzung

## Lösungsansätze und Erfolgsmodelle

### Rio Tinto

Der australische Bergbaukonzern Rio Tinto zählt zu den ersten Unternehmen weltweit, die in naher Zukunft ihre Wertschöpfungskette voll digitalisiert haben werden. Schwere Lkw, die das Eisenerz transportieren, und Züge, die die Fracht in die Hafenstadt transportieren, fahren seit einiger Zeit bereits autonom. Lkw und Züge werden von einem Kontrollzentrum in Perth gesteuert, ein Big Data Center in Indien übernimmt im Zuge von predictive mathematics die Vorhersage von Störungen. In den nächsten Jahren wird das Unternehmen auch die Bagger und die Verladung des Eisenerzes auf Schiffe digitalisieren.



▲ © buhanovsiy / Fotolia

Damit wird ein weitgehend störungsfreier 24-Stunden-Betrieb möglich, der seine Wettbewerbsfähigkeit auch dadurch erhöht, dass er die Personalkosten reduziert, höhere Ausgaben für das Personal nach Lohnerhöhung vermeiden kann und deutlich weniger Krankheitstage zu verkraften hat.



▲ © vgajic / iStock

### 3D-Druck

Maßgefertigte Produkte in Massenfertigung – das ermöglicht der 3D-Druck, bei dem Produkte wie etwa Einzelteile für die Herstellung von individuellen Hörgeräten im 3D-Druckverfahren hergestellt werden. Die Produktion ermöglicht die Losgröße 1 und verlagert sich hin zum Kunden, der das Produkt benötigt. 3D-Druckverfahren können schon heute in vielen Branchen für die Produktion von Ersatzteilen und für neue Produkte eingesetzt werden.



▲ © Arthur F. Pease / [www.siemens.com/pof](http://www.siemens.com/pof)

### SiSpis

Forscher von Siemens entwickeln mobile 3D-Drucker-Roboter, die einer Spinne gleichen. Die sogenannten „SiSpis“ können laufen und als autonome 3D-Drucker einzeln agieren oder im Team zusammenarbeiten. Ihre Energiespeicher laden die Spiderbots selbstständig wieder auf, indem sie zur Ladestation zurückkehren. Als Druckmaterial verwenden sie Polymilchsäure, einen biologisch abbaubaren Thermoplast. Die „SiSpis“ verfügen über einen integrierten Laserscanner und eine Kamera, mit denen sie ihre Umgebung interpretieren können. Aufgrund der Sensoren wissen die Spiderbots genau, wo sie zur Erfüllung ihrer Aufgabe hingehen müssen. Mit diesem Verfahren ermöglichen die 3D-Drucker-Spinnen die beschleunigte Gestaltung von Strukturen und Oberflächen komplexer Gebilde wie Flugzeugrümpfe oder Schiffskörper.





▲ © Airbus

### 3D-Druck-Flugzeug „Thor“ von Airbus

„Thor“ ist das erste komplett in einem 3D-Drucker hergestellte Flugzeug von Airbus. Durch 3D-Druck lassen sich stabilere und gleichzeitig leichtere Bauteile herstellen. Nur die Antriebe und die Fernsteuerung kommen nicht aus dem 3D-Drucker. Der Druck der unbemannten Maschine von 3,5m Länge und 3,7m Spannweite dauert vier bis sechs Wochen. Am Airbus-Standort Hamburg wird der Flieger wohl bald in Serie gebaut werden. Mitte 2016 soll eine Genehmigung für Edelstahl erfolgen und 2017 dann für Aluminium. Schätzungen gehen davon aus, dass bereits 2025 ein komplettes Verkehrsflugzeug gedruckt werden könnte. Mit den bionischen Wabenstrukturen wären dann auch breitere Türen und große Panoramafenster realisierbar.

### Anbieter für digitale Finanzierungslösungen

Verschiedene Anbieter für E-Invoicing und Supply Chain Finance-Plattformen weiten ihre Märkte aus und neue Anbieter treten in den Markt. Basware ist weltweit führend im Bereich vernetzter Purchase-to-Pay-, E-Invoicing- und Finanzierungslösungen. Taulia ist ein US-Start-up im Bereich Lieferantenfinanzierung / Supply Chain Finance, das momentan den deutschen Markt erobert. Derzeit nutzen weltweit etwa 100 Unternehmen die Plattform von Taulia, zum Beispiel Coca Cola oder Vodafone. CRX Markets ist ein deutsches Start-up mit einer Supply Chain Finance-Plattform. CRX Markets konnte bereits Lufthansa und Vattenfall als Kunden gewinnen. Die Lösungen gewinnen immer mehr an Aufmerksamkeit, da sie mit einer Win-win-Situation für alle Beteiligten die gesamte Wertschöpfungskette optimieren, Kapital freisetzen sowie Prozesse vereinfachen und beschleunigen.



▲ © santiago silver / Fotolia

### Smacc

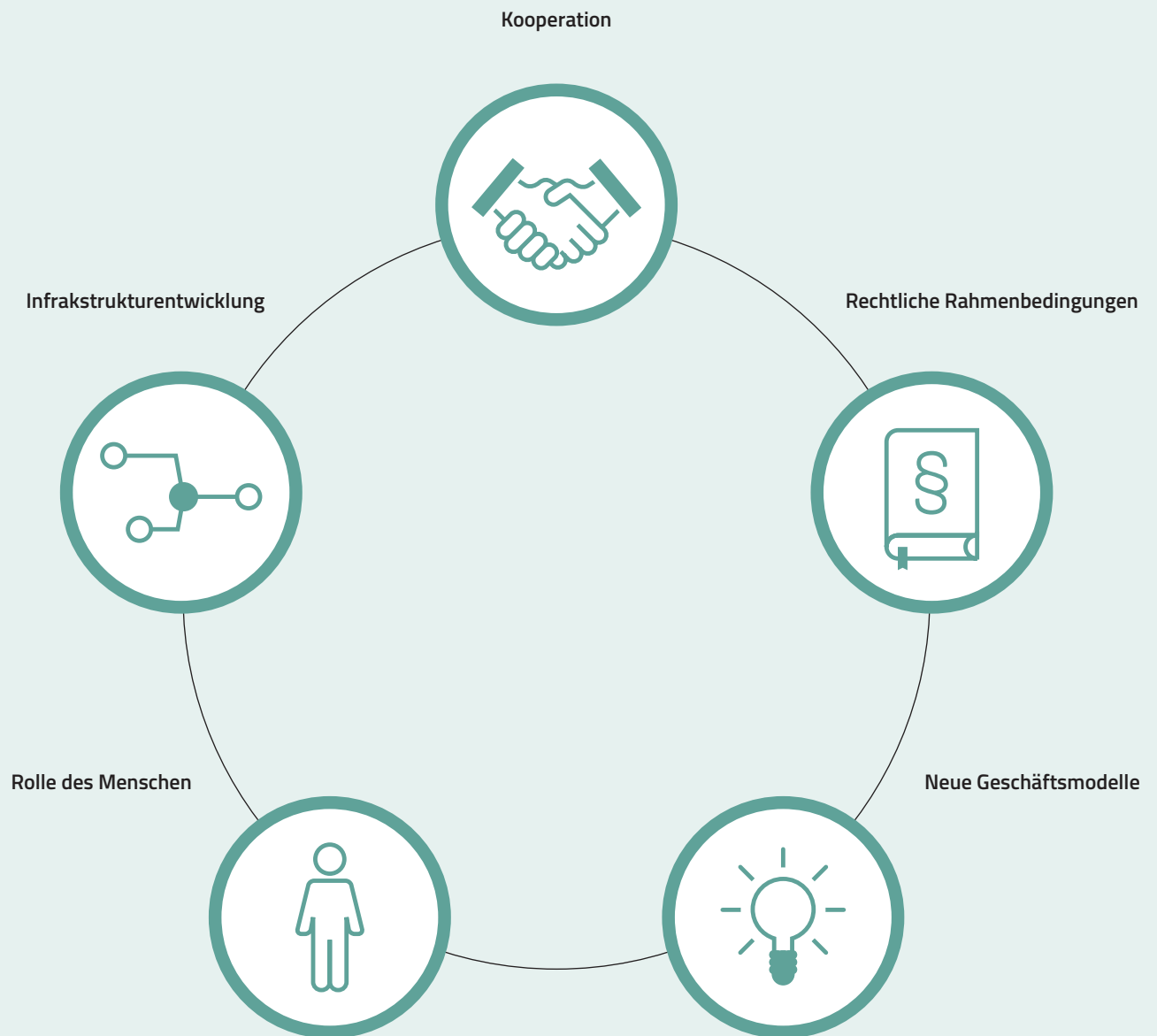
Smacc ist ein FinTech, das eine Software entwickelt hat, mit der kleine und mittlere Unternehmen ihre laufende Buchführung und ihre betrieblichen Finanzprozesse digitalisieren und automatisieren können. Die Belege der Unternehmen werden an Smacc übermittelt und dort maschinell ausgelesen und digitalisiert. Aufgrund von Selbstlern-Mechanismen kann der Automatisierungsgrad kontinuierlich steigen. Alle Zahlen und Auswertungen stehen immer aktuell zur Verfügung. Belegsuchen, aufwändige Ablagen und händische Buchungen entfallen. Durch offene Schnittstellen kann die Software in bestehende ERP- und Buchhaltungssysteme integriert werden. Die Nutzung von Smacc ist ebenfalls über Smartphone und Tablet-PC möglich.



▲ © Who is Danny / Shutterstock

# 4 / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR WIRTSCHAFT, WISSEN- SCHAFT UND POLITIK

*Die Handlungsempfehlungen wurden auf Basis der Online-Befragungen und der Experteninterviews gemeinsam mit den Teilnehmern des Zukunftswerkshops entwickelt. Sie geben Anregungen für zukünftiges Handeln, um Chancen zu nutzen, Risiken zu minimieren und das skizzierte Zukunftsbild zu erreichen. Die Handlungsempfehlungen sind fünf Handlungsbereichen zugeordnet. Sie bieten eine inhaltliche Grundlage für die zukünftige Zusammenarbeit von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, die in einem nächsten Schritt themenspezifisch ausgestaltet werden sollte.*





## 4.1 / Kooperation

### Digitale Transformation

- Innerhalb der Supply Chain muss der „Shared Community“-Gedanke umgesetzt und damit die Bereitschaft, Informationen und Daten zu teilen sowie Transparenz herzustellen, erhöht werden. Dazu müssen vertrauensbildende Institutionen (zum Beispiel neutrale Organisationen) etabliert werden.
- Die Standardisierung entlang der Wertschöpfungskette sollte noch stärker global ausgerichtet sein und entscheidungsrelevante Daten nach dem Prinzip Open Source über offene Datenschnittstellen den Akteuren in der Wertschöpfungskette zur Verfügung gestellt werden.
- Der Forschungsstand zu künstlicher Intelligenz sollte in Kooperationen zwischen Forschungsinstituten und der Wirtschaft unter Berücksichtigung rechtlicher und ethischer Fragestellungen schnell in marktfähige Lösungen transferiert werden. Um dies zu ermöglichen und langfristig den Abstand zu den international führenden Institutionen zu verringern, ist es notwendig, gemeinsame Aus- und Weiterbildungskonzepte aufzusetzen und industrielle Anwendungsfälle zu identifizieren.
- Der Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitswelt muss präziser erfasst und begleitende Qualifikationen für Beschäftigte in der Logistik- und Mobilitätsbranche in Kooperation mit Unternehmen, Hochschulen und Landesregierung entwickelt werden.

### Energie und Klimawandel

- Kommunale Zusammenarbeit zur Reduzierung des Ressourcenbedarfs ist zu fördern, zum Beispiel durch einen gemeinsamen Fuhrpark.
- Horizontale und vertikale Kooperationen entlang der Supply Chain sind mit dem Ziel der Ressourcenoptimierung zu fördern, zum Beispiel durch Transportbörsen im Stückgutverkehr.
- Supranationale Gremien zu Umweltfragen speziell in Logistik und Mobilität, beispielsweise zu standardisierter Emissionsmessung, sollten eingerichtet und etabliert werden.
- Die Landesregierung, die Industrie, darunter insbesondere die Energiewirtschaft und die Logistik- und Mobilitätsbranche, sollten gemeinsam ein integriertes Konzept für den nachhaltigen Verkehr und die Energiewende entwickeln.

### Logistik, Mobilität & Gesellschaft

- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zur Vermittlung der Bedeutung von Logistik und Mobilität sind zu intensivieren, der Dialog zwischen Branchenvertretern und Bürgern themen- und projektbezogen anzustoßen.
- Die kooperative Nutzung von Verkehrsmitteln und -infrastruktur im Kontext der Share Economy ist zu fördern und entsprechende Anreize sind zu schaffen (Anbieter, Kommunen), insbesondere im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Verkehre.
- Alle relevanten Stakeholder in Hessen sollten an einer Integration von Projekten und Initiativen einer aktiven nachhaltigen Mobilität (bike+business, Stadtradeln et cetera) arbeiten, um emissionsfreie Mobilitätsformen stärker zu fördern.

### Urbane Logistik & Mobilität

- Neue Belieferungskonzepte für eine optimierte Güterbündelung und -verteilung (zeitlich, organisatorisch, technisch) sollten entwickelt und umgesetzt werden, insbesondere im Austausch zwischen Wirtschaft und Kommunen.
- Etablierte Projekte wie die Frankfurter Wirtschaftsverkehre sollten auf die Metropolregion FrankfurtRheinMain ausgedehnt und bundesweit beworben werden.
- Datenkooperationen zwischen Politik, Kommunen und Unternehmen sollten im Sinne von Smart Cities aufgebaut werden.

### Intelligente Verkehrssysteme

- Um die Einführung von intelligenten Verkehrssystemen effektiv zu gestalten, müssen Gesetzgeber, Wissenschaft und Industrie enger zusammenarbeiten.
- Kommunen sollten bei der Mitentwicklung und Umsetzung autonomer Verkehrsinfrastruktur auf ihrer Gemarkung über ausreichend Handlungsspielraum verfügen und Kooperationen auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene sollten gefördert werden.

### Aviation Next Generation

- Die Zusammenarbeit aller Akteure in der gesamten Transportkette sollte verbessert werden, um Ressourcen effektiver nutzen zu können und neue digitale Geschäftsmodelle zu ermöglichen.
- Pilotanwendungen zur Demonstration der Machbarkeit von neuen kooperativen Systemen in der Luftfrachttransportkette sind zu fördern, da so (neue) Mitglieder überzeugt und zur Beteiligung gewonnen werden können.
- Es soll ein neutraler Datenmarktplatz für Informationen und Buchungsoptionen für die Beförderung von Personen und den Transport von Gütern geschaffen werden, der einen neutralen Datenaustausch zwischen den Beteiligten ermöglicht.
- Verbundprojekte wie E-Port An sollten mit Blick auf eine nachhaltige Mobilität erweitert und emissionsfreier Verkehr in der künftige Airport City etabliert werden.

### Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain

- Entlang der Supply Chains müssen Informationen und Prozesse offengelegt und unterschiedliche Ziele in Einklang gebracht werden, um Kooperation zu ermöglichen.
- Die Supply Chain muss „als Ganzes“ gesehen und optimal für den Endkunden ausgerichtet werden. Dazu muss die Zusammenarbeit in der Supply Chain gefördert und incentiviert werden: weg von der Funktionssicht und vom Silodenken – hin zur horizontalen Vernetzung und Prozesssicht.
- Supply Chain Finance sollte als standardisiertes Finanzierungsinstrument eingesetzt werden, um Liquidität in den Lieferketten freizusetzen und so insbesondere auch den Mittelstand zu fördern. Politik und Wirtschaft sollten die Verbreitung und Umsetzung unterstützen.



## 4.2 / Rechtliche Rahmenbedingungen

### Digitale Transformation

- Im Rahmen der zunehmenden Dynamik bei der Einführung digitaler Prozesse und Dienstleistungen kann eine starre Normierung eine zügige Marktdurchdringung verhindern. Diesem Problem sollte mit neuen dynamischen Normierungsansätzen begegnet werden, zum Beispiel einer Normierung, die sich an einer Zielsetzung orientiert, aber Handlungsspielraum in Korridoren bei der Zielerreichung zulässt. Dabei ist die Aufwärtskompatibilität der Systeme eine wichtige Größe, um die Zusammenarbeit über Systemgrenzen hinweg zu gewährleisten.

- Im Hinblick auf künstliche Intelligenz müssen rechtliche Aspekte, zum Beispiel Haftungsfragen, beachtet werden, da der Mensch gegebenenfalls nicht mehr eigenständig entscheiden kann: Vorkehrungen gegen Manipulationsfähigkeit sowie die Einschränkung der Mündigkeit von Individuen müssen getroffen werden.

### Energie und Klimawandel

- Um einen verbindlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für alle Produkte und Dienstleistungen ausweisen zu können, müssen standardisierte Messverfahren etabliert werden.
- Es ist zu prüfen, ob Umweltkosten in Zukunft internalisiert werden sollten, zum Beispiel durch die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer. So werden umweltfreundliche Herstellungsverfahren und Transportkonzepte wirtschaftlich attraktiver.
- Die Einbeziehung des motorisierten Individualverkehrs in das Emission Trading System der EU und die langfristige Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer sollten von Hochschulen in Kooperation mit Unternehmen geprüft werden.
- Die Einführung eines Nachhaltigkeitslabels (Sozial, Ökonomisch, Ökologisch) auf Produkten und für Dienstleistungen ist einem reinen CO<sub>2</sub>-Label vorzuziehen.
- Städte und Kommunen müssen Strategien entwickeln und in Maßnahmen umsetzen, um die Schadstoffbelastung insbesondere in Innenstädten entsprechend der Luftreinhaltungspläne zu senken. Hierzu müssen Vorgaben und Lösungen gemeinsam mit Nutzern des städtischen Raumes aus der Wirtschaft entwickelt werden.

### Logistik, Mobilität & Gesellschaft

- Die Einführung eines persönlichen CO<sub>2</sub>-Kontingents ist unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Akzeptanz sowie der technischen Umsetzung zu prüfen.
- Die Wahrung von Rechten an persönlichen Daten in einer zunehmend digitalisierten Umwelt, zum Beispiel bei digitalen Bezahlsverfahren, Standortinformationen und Nutzungsmustern, ist sicherzustellen.

### Urbane Logistik & Mobilität

- Es sollten verstärkt kommunale Anreize zur öffentlichen Verkehrsmittelnutzung gesetzt werden, beispielsweise durch Senkung der Attraktivität des motorisierten Individualverkehrs im Vergleich zum Angebot des ÖPV.
- Zur Etablierung zeitunabhängiger Lieferkonzepte wie zum Beispiel Kofferraumbelieferung, aber auch autonomer Zulieferung, müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden.
- Es sollten Anreize zur gemeinsamen Nutzung logistischer Infrastrukturen durch mehrere Unternehmen gesetzt werden.

### Intelligente Verkehrssysteme

- Autonomes Fahren bedarf einer Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen, die beispielsweise Haftungsfragen und Datenschutz klären und ebenso die Rolle der Fahrzeuginsassen während einer Fahrt definieren.
- Testgebiete für autonomes Fahren müssen geschaffen werden, so dass technologische Entwicklungen in einem geschützten Raum und auch rechtlichen Rahmen getestet werden können.

### Aviation Next Generation

- Um einen möglichst reibungslosen Ablauf der Reisekette für den Großteil der Passagiere gewährleisten zu können, sollte die Einführung des Predictive Profiling (technologiegestützte Gefahrfrüherkennung beispielsweise durch Gestik, Verhalten et cetera) bei Sicherheitskontrollen geprüft werden.
- Die behördliche Genehmigung von innovativen Technologien und Verfahren sollte effizienter gestaltet werden. Insbesondere müssen die gewerbliche und private Nutzung von Drohnen im öffentlichen Luftraum rechtlich klar geregelt werden.

### Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain

- Zur Gewährleistung der Datensicherheit in allen Bereichen der Wertschöpfungskette sollten Klarheit und Konsens über die jeweils rechtlichen Möglichkeiten und Grenzen

von Datenbeschaffung und -nutzung herbeigeführt werden. Ergebnisse müssen transparent sein, kommuniziert und überwacht werden.

- Beim Einsatz intelligenter, sich selbst steuernder Objekte und deren Datensteuerung und Datentransparenz müssen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, wie beispielsweise Überwachungssysteme und Notfallstrategien für den Eingriff des Menschen.
- Bei der Autonomisierung von Zahlungsströmen ist eine strikte Zugriffskontrolle auf die Daten notwendig. Es sind geeignete Sicherheitsvorkehrungen zu etablieren.
- Zur Förderung von Transparenz und Kooperation in Supply Chains ist es wichtig, Compliance, Datenschutz und Datensicherheit zu regeln. Relevant ist dabei unter anderem auch der Umgang mit und der Schutz von Betriebsgeheimnissen, Know-how und geistigem Eigentum.



## 4.3 / Neue Geschäftsmodelle

### Digitale Transformation

- Die branchen- und disziplinübergreifende Zusammenarbeit sollte zur Förderung disruptiver Innovationen intensiviert werden. Hierzu geeignet sind Anreize, Ausschreibungen, Preise und Förderprogramme durch Politik und Wirtschaft. Zusätzlich muss eine Start-up-Kultur etabliert werden, die kleine und agile Unternehmen fördert, die über Branchengrenzen hinweg denken und handeln.
- Es sollte Offenheit in Industrie und Gesellschaft gegenüber der „Uberisierung“ (Vermarktung ohne eigene Assets) etabliert werden. Dazu muss sich vor allem die Mentalität ändern, hin zu Akzeptanz und der Bereitschaft, neue Ideen und Lösungen zu testen und umzusetzen.

- Lösungen an der Schnittstelle von Produkt und Dienstleistung (Hybride Produkte) im Bereich Datensicherheit sowie neue Geschäftsmodelle müssen systematisch gesucht und gefördert werden.
- Wirtschaft und Wissenschaft sollten Anwendungsfälle für Augmented Reality und intelligente Objekte (Internet der Dinge) identifizieren und in Prozesse integrieren.
- Mit dem Wandel des Konsumentenverhaltens, insbesondere durch Digitalisierung und steigende Kundenanforderungen, müssen Unternehmen die eigene Kundenschnittstelle neu definieren und ausgestalten, zum Beispiel neue Vertriebsplattformen aufsetzen und Kundenerlebnisse schaffen.

### Energie und Klimawandel

- Um Störungen der Transportketten aufgrund von Extremwetterereignissen zu minimieren, sind geeignete Frühwarnsysteme sowie Notfallstrategien zu entwickeln und einzusetzen.
- Die lokale beziehungsweise autarke Energieversorgung von Unternehmen und Kommunen sollte ausgebaut werden.
- Bei der Etablierung von integrierten multimodalen Buchungsplattformen sind individuelle Präferenzen zur Umweltfreundlichkeit zu berücksichtigen.

### Logistik, Mobilität & Gesellschaft

- Innovationen in gesundheitsorientierter Mobilität sollten angestoßen werden, beispielsweise in Form barrierefreier und altersgerechter Verkehrsmittel.
- Angebote zur verkehrlichen Integration von Menschen im ländlichen Raum gegenüber urbanen Zentren sollten entwickelt und etabliert werden. Dies fördert die Angleichung von Land und Stadt.
- Neue Geschäftsmodelle, insbesondere jene, die auf technischen Neuerungen beruhen, müssen zur Akzeptanzsicherung auf die Vorbehalte der Gesellschaft geprüft und aufgesetzt werden.

### Urbane Logistik & Mobilität

- Schnittstellenoptimierte ÖPNV-Systeme wie beispielsweise eine verkehrsmittelübergreifende Mobilitätsplattform zur Reiseinformation und Buchung von Tickets sollten unter Berücksichtigung von Sharing-Angeboten bis hin zu autonomen Fahrzeugen entwickelt werden.
- Neue Verkehrskonzepte für den ÖPNV unter Berücksichtigung spezifischer Kriterien – zum Beispiel Kapazitätssteigerung, Schnelligkeit, Umweltbilanz – sind zu entwickeln und mit neuen Mobilitätsdienstleistungen zu verknüpfen.
- Hessens Innenstädte sollten als Testfeld für alternative Antriebe vorangetrieben werden.
- Die Verkehrsplanung sollte in die Planung zur logistischen Erschließung von Großveranstaltungen und Baustellen integriert werden. In diesem Kontext sind neue Geschäftsmodelle zur Ver- und Entsorgung von innerstädtischen Parallelbaustellen zu entwickeln.

### Intelligente Verkehrssysteme

- Neue Geschäftsmodelle im Bereich autonome Personen- und Güterverkehre – zum Beispiel autonomer ÖPNV oder Güterzulieferverkehre – müssen entwickelt und in städtische Abläufe integriert werden. Diese Konzepte sollten Verkehrsmittel integrieren und Tür-zu-Tür-Mobilität ermöglichen.
- Neue Geschäftsmodelle sollten auch den ländlichen Raum einbeziehen.

### Aviation Next Generation

- Die Weiterentwicklung von minimalinvasiven Detektionstechnologien von verbotenen Gegenständen im Luftverkehr sollte gefördert werden.
- Innovative Seamless Travel-Anwendungen an Flughäfen zur besseren Verbindung der Verkehrsträger sollten weiterentwickelt werden.

- Die Entwicklung und Einführung von Tür-zu-Tür-Transportkonzepten für Passagiere und Gepäck im Luftverkehr ist anzustreben.
- Es ist zu prüfen, ob mit dem Einsatz von innovativen Lufttransportmitteln, wie beispielsweise Luftschiffen, bestehende Geschäftsmodelle und Prozesse erweitert werden können beziehungsweise ob dadurch neue Geschäftsmodelle entstehen.

### Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain

- Die Entstehung neuer (und disruptiver) Geschäftsmodelle sollte forciert werden. Kreative Arbeitsformen, Plattform-Denken sowie Coopetition sollten gefördert werden.
- Start-up-Unternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen mit innovativen und technologiebasierten Finanzlösungen, sogenannte FinTechs, sollten gefördert werden. Gleichzeitig brauchen Banken neue Geschäftsmodelle, um das rückläufige traditionelle Bankgeschäft zu kompensieren und um zukünftig in Konkurrenz zu FinTechs zu bestehen.
- Es sollten neue Finanzierungsmöglichkeiten wie beispielsweise Methoden des Supply Chain Finance, insbesondere für KMU, in der Wertschöpfungskette weiterentwickelt und gefördert werden, um den Kapitalbedarf zu decken und Liquidität freizusetzen.
- Insbesondere Unternehmen sollten Anwendungsfälle für 3D-Druck/additive Produktion prüfen und dahingehend ihre Geschäftsmodelle und Prozesse anpassen.





## 4.4 / Rolle des Menschen

### Digitale Transformation

- Es muss die Rolle und Aufgabe des Menschen in der zunehmenden Automatisierung berücksichtigt werden. Beispielsweise müssen Konzepte entwickelt werden, wie Arbeitsplätze verändert werden müssen, die inhaltlich ersetzt oder nicht mehr zur Systemkontrolle benötigt werden.
- Entsprechende Weiterbildungsanforderungen müssen definiert und Ausbildungsformate aufgesetzt werden.

### Energie und Klimawandel

- Der Bürger sollte durch die transparente Angabe von Nachhaltigkeitsinformationen für Produkte und Dienstleistungen in die Lage versetzt werden, seine Kaufentscheidung darauf basierend zu treffen.
- Das Bewusstsein der Gesellschaft für die Notwendigkeit von nachhaltigem Handeln sollte weiter gefördert werden.

### Logistik, Mobilität & Gesellschaft

- Im Zuge der digitalen Arbeitswelt müssen neue Aus- und Weiterbildungsprofile unter Berücksichtigung der persönlichen Möglichkeiten und Bereitschaft der Mitarbeiter entwickelt werden, um den Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern zu decken. Es bestehen Tendenzen zu Mischqualifikationen.

- Die Mitarbeitermotivation sollte zu einem zentralen Element der Unternehmenskultur werden, um die Mitarbeiter langfristig zu binden. Wichtig dabei ist die weitere Entwicklung der Personalorganisation vom internen Dienstleister zum Talent- und Kompetenzmanager. Zuständige sollten noch stärker konzeptionelle Branchenkompetenzen entwickeln und darauf basierend Kommunikationsmaßnahmen im HR-Marketing aufsetzen.
- Im Kontext der Arbeitswelt der Zukunft sind neue Arbeitsumgebungen und -prozesse zu identifizieren (zum Beispiel Arbeitsplatzgestaltung für kreatives Arbeiten hin zu Innovation, Hierarchie- und Führungsmodelle, Integration der Generationen).
- Betriebliches Gesundheitsmanagement sollte noch stärker unter Berücksichtigung von Alter und persönlicher Mobilität in die Gestaltung der Arbeitsplätze einfließen, zum Beispiel Ergonomie oder Präventionsmaßnahmen.

### Urbane Logistik & Mobilität

- Das veränderte Mobilitätsverhalten der Gesellschaft hin zu mehr Gesundheits- und Umweltbewusstsein sollte durch die Wirtschaft als auch durch die Politik unterstützt werden.
- Zur Sicherstellung der Mobilität im Alter sind bestehende Mobilitätsangebote komplett barrierefrei umzurüsten und neue Konzepte für ein individuelles Reisen von Tür zu Tür zu entwickeln und einzuführen.

### Intelligente Verkehrssysteme

- Die Rolle des Menschen muss in autonomen Verkehrssystemen neu definiert und rechtliche sowie ethische Fragestellungen müssen geklärt werden.
- Durch das Setzen von Anreizen sowie Aufklärungskampagnen in Bezug auf die mit der technischen Entwicklung voraussichtlich erhöhte Sicherheit könnte die Einführung von hoch- und vollautomatisierten Fahrerassistenzsystemen bis hin zu fahrerlosen Fahrzeugen unterstützt werden.

### Aviation Next Generation

- Es sind geeignete Maßnahmen zur sozialen Gestaltung des Übergangs von manuellen Geschäftsprozessen hin zur Automatisierung am Flughafen Frankfurt zu entwickeln und umzusetzen.
- Das emotionale Empfinden von Passagieren – „Passenger Experience“ – sollte bei Einführung von neuen Passagierprozessen beziehungsweise im Rahmen von Prozessoptimierungen in den Fokus gerückt werden.

### Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain

- Hinsichtlich der Automatisierung von Prozessen und Technologien im Rahmen von Industrie 4.0 ist Aufklärung erforderlich. Anwenden müssen technische, rechtliche und ethische Konsequenzen sowie Eingriffsmöglichkeiten im Zweifelsfall bewusst sein.
- Um digitale Bezahl- und Finanzprozesse wie Supply Chain Finance oder Smart Finance zu etablieren, müssen Begriffe, Konzepte, Technologien und der entsprechende Nutzen klar definiert, festgelegt und ihr Einsatz gezielt gefördert werden.



## 4.5 / Infrastrukturentwicklung

### Digitale Transformation

- In ganz Hessen muss eine anforderungsgerechte Dateninfrastruktur für Hochgeschwindigkeits-Internetverbindungen unter Berücksichtigung von Geschwindigkeit, Kapazität und Verfügbarkeit aufgebaut werden.

- Es müssen mehr Freiräume für die Entwicklung und Tests neuer Technologien, wie zum Beispiel Testfelder für autonomes Fahren und Anwendungen in der Robotik, geschaffen werden.

### Energie und Klimawandel

- Bestehende E-ÖPNV-Angebote (zum Beispiel Schienenverkehr) sollten optimiert und ausgebaut werden.
- Bei der Neuplanung von Logistikimmobilien und -zentren sollte stets die Integration einer alternativen und autarken Energiegewinnung geprüft werden.
- Neue Antriebstechnologien müssen im Einklang mit der Infrastruktur entwickelt werden, um schneller flächendeckend umgesetzt werden zu können, zum Beispiel (Schnell-) Ladeinfrastruktur für alternativ angetriebene Fahrzeuge in Innenstädten.

### Logistik, Mobilität & Gesellschaft

- Die bestehende Verkehrsinfrastruktur ist in Bezug auf demographische Entwicklungen (Angebote für Mobilität der Älteren, Kapazitätserweiterung der urbanen Infrastruktur) hin zu prüfen und anzupassen.

### Urbane Logistik & Mobilität

- Es sind sichere, intelligente Verkehrsinfrastrukturen für autonome Wirtschafts- und Personenverkehre zu schaffen.
- Neue Konzepte für Parkplatzmanagement und Parkflächen der Zukunft sind zu entwickeln.
- Mobilitätsmanagement für Wohnquartiere oder innovative urbane Logistikkonzepte sind frühzeitig in die Infrastrukturplanung beziehungsweise Stadtentwicklung einzubeziehen.
- Die Schieneninfrastruktur ist zur Entlastung der Hauptachsen und Zulaufstrecken zum Verkehrsknoten Frankfurt auszubauen.

- Bei der zukünftigen Infrastrukturentwicklung in und zwischen Städten ist der Radverkehr stärker zu berücksichtigen und die Anforderungen an die Infrastruktur im Zusammenspiel mit anderen Verkehrsträgern und -mitteln zu definieren. Hessen sollte sich zu Prototypen und Pilotprojekten hinsichtlich Technologien und Infrastruktur mit anderen Ländern austauschen. Der umfassende Ausbau von Radschnellwegen sollte in Hessen höchste Priorität erhalten.
- Eine abgestimmte Entwicklung von Siedlungsstrukturen und Infrastruktur muss sichergestellt werden, damit ein gleichmäßig verteiltes Verkehrsaufkommen erreicht wird und überlastete Ballungsräume vermieden werden.
- Es sollte ein langfristig angelegtes Infrastrukturkonzept auf Grundlage aktueller demographischer Daten erstellt werden, um den Kapazitätsbedarf für den schienengebundenen Personenverkehr bis 2050 zu ermitteln. Im Zuge der Ausarbeitung des Konzeptes sollte geprüft werden, welche Ausbaumaßnahmen beziehungsweise Projekte vordringlich sind, wie beispielsweise ein zweiter S-Bahntunnel in Frankfurt, ein S-Bahn-Ringverkehr FrankfurtRheinMain oder ein Expressbussystem.

### Intelligente Verkehrssysteme

- Für die volle Entfaltung des Potenzials intelligenter Verkehrssysteme darf der Fokus nicht ausschließlich auf der Fahrzeugentwicklung liegen, sondern es müssen auch der Ausbau und die Digitalisierung der Infrastruktur zur Vernetzung mit Fahrzeugen berücksichtigt werden.
- Laufende Projekte zu digitalen Straßen, wie das Beispiel „Digitales Testfeld Autobahn auf der A9“, haben eine Vorbildfunktion für die Zukunft. Eine intelligente Vernetzung und Digitalisierung der Verkehrsinfrastruktur sollte neben dem Straßenverkehr auch andere Verkehrsträger wie die Schiene einbeziehen.

### Aviation Next Generation

- Die bestehende Verkehrsinfrastruktur an Flughäfen muss so flexibel gestaltet sein, dass die Einführung von innovativen Flugzeug- und Abfertigungskonzepten sowie eine Erhöhung der Kapazität mit geringem finanziellem und zeitlichem Aufwand möglich sind.
- Es sollte überprüft werden, ob weitere Infrastruktureinrichtungen und Prozesse in der Luftfrachtabfertigung am Flughafen zentralisiert werden können, wie beispielsweise eine zentrale Lkw-Anmeldung.

### Neues Wertschöpfungsdesign in der Supply Chain

- Zur Digitalisierung von Finanzprozessen in der Supply Chain müssen IT-Infrastrukturen für elektronische Rechnungen (E-Invoicing) und elektronische Plattformen eingeführt werden.

# LITERATURVERZEICHNIS

## # /

- 2b.AHEAD Think!Tank (2014): Trendanalyse „Artificial Intelligence (Teil 2)“: Nehmen uns Computer die Arbeit weg? Internet: <http://www.2bahead.com/analyse/trendanalyse/detail/trendanalyse-artificial-intelligence-teil-2-nehmen-uns-computer-die-arbeit-weg/> (Stand: 25.07.2016).

## A /

- ADAC (2016): ADAC Staubilanz 2015. Internet: [https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/staubilanz\\_2015.aspx](https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/staubilanz_2015.aspx) (Stand: 18.07.2016).
- Agentur für Erneuerbare Energien (2014): Bundesländervergleich Erneuerbare Energien 2014, Länderzusammenfassung Hessen. Internet: [https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/369.AEE\\_BL\\_Vergleich2014\\_Hessen\\_Nov14.pdf](https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/369.AEE_BL_Vergleich2014_Hessen_Nov14.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Airbus (2015): Global Market Forecast 2015-2034. Internet: [http://www.airbus.com/company/market/forecast/?eID=-maglisting\\_push&tx\\_maglisting\\_pi1%5BdocID%5D=86756](http://www.airbus.com/company/market/forecast/?eID=-maglisting_push&tx_maglisting_pi1%5BdocID%5D=86756). (Stand: 25.07.2016).
- Airports Council International (ACI) (2016a): Year to date Passenger Traffic. Internet: <http://www.aci.aero/Data-Centre/Monthly-Traffic-Data/Passenger-Summary/Year-to-date> (Stand: 02.06.2016).
- Airports Council International (ACI) (2016b): Year to date Cargo Traffic. Internet: <http://www.aci.aero/Data-Centre/Monthly-Traffic-Data/Freight-Summary/Year-to-date> (Stand: 02.06.2016).
- Anderson, Janna & Rainie, Lee (2014): Digital Life in 2025. Pew Research Center, 11.03.2014. Internet: <http://www.pewinternet.org/2014/03/11/digital-life-in-2025/> (Stand: 15.07.2016).

- Anthony, Andrew (2016): Has the age of quantum computing arrived? The Guardian, 22.05.2016. Internet: <https://www.theguardian.com/technology/2016/may/22/age-of-quantum-computing-d-wave> (Stand: 15.07.2016).
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2015): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. 1990 bis 2014. Internet: [www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=ausw\\_25082015\\_ov.pdf](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ausw_25082015_ov.pdf) (Stand: 01.08.2016).
- Arbia, Ali (2008): Spieltheorie einfach erklärt I: Einleitung und Gefangenendilemma. Science Blogs, 22.04.2008. Internet: <http://scienceblogs.de/zoonpolitikon/2008/04/22/spieltheorie-einfach-erklart-i-einleitung-und-gefangenen-dilemma/> (Stand: 25.07.2016).
- Asian Development Bank (ADB) (2010): The rise of Asian's Middle Class. In: Asian Development Bank: Key Indicators for Asia and the Pacific 2010. Internet: <http://www.adb.org/publications/key-indicators-asia-and-pacific-2010> (Stand: 15.07.2016).

## B /

- Bekey, George (2013): Brave New Machines. The European, 16.03.2013. Internet: <http://www.theeuropean-magazine.com/george-bekey--2/6578-the-future-of-artificial-intelligence> (Stand: 25.07.2016).
- Beniston, Martin & Diaz, Henry F (2004): The 2003 heat wave as an example of summers in a greenhouse climate? Observations and climate model simulations for Basel, Switzerland. In: Global and Planetary Change, 44, 73-81, Internet: <http://www.unige.ch/climate/Publications/Beniston/Beniston-Diaz.pdf> (Stand: 13.08.2016).

- Bernhard, Ralf & Hofmann, Benedikt (2016): Supply Chain Management in der Fabrik von morgen. Internet: <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/supply-chain-management-in-der-fabrik-von-morgen-a-526310/> (Stand: 25.07.2016).
- Betts, Richard, Jones, Chris D., Knight, Jeff R., Keeling, Ralph F. & Kennedy, John J. (2016): El Nino and a record CO2 rise. In: Nature Climate Change. Internet: <http://www.nature.com/nclimate/journal/vaop/ncurrent/full/nclimate3063.html> (Stand: 15.07.2016).
- Billentis (2016): Billentis Market Report 2016: E-Invoicing / E-Billing: Digitisation & Automation. Internet <http://www.crossinx.de/docs/crossinx/Report2016.pdf> (Stand: 25.07.2016).
- Bitkom (2014): Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider. Leitfaden. Internet: <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Leitfaden/Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider/140228-Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.pdf> (Stand: 25.07.2016).
- Bitkom & Fraunhofer IAO (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Internet: <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> (Stand: 25.07.2016).
- Bitkom Research (2016): Industrie im Visier von Cyberkriminellen und Nachrichtendiensten. Internet: <http://www.bitkom-research.de/Presse/Pressearchiv-2016/Industrie-im-Visier-von-Cyberkriminellen-und-Nachrichtendiensten> (Stand: 29.07.2016).
- Boeing (2015): Current Market Outlook 2015-2034. Internet: [http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/assets/downloads/Boeing\\_Current\\_Market\\_Outlook\\_2015.pdf](http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/about-our-market/assets/downloads/Boeing_Current_Market_Outlook_2015.pdf). (Stand: 25.07.2016).
- Boston Consulting Group (2015): Deutscher Arbeitsmarkt profitiert von positiven Effekten durch Industrie 4.0. Internet: <http://www.bcg.de/media/PressReleaseDetails.aspx?id=tcm:89-185709> (Stand: 13.08.2016).
- BP (2016): Energy Outlook 2035. Internet: [www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf) (Stand: 18.07.2016).
- Bruck, Jan, Marten, Franziska & Bals, Christoph (2014): The Climate Change Performance Index, Results 2015. Internet: <https://germanwatch.org/en/9472> (Stand: 15.07.2016).
- Bullis, Kevin (2011): 3D-Druck für die Industrie. Technology Review, 16.05.2011. Internet: <http://www.heise.de/tr/artikel/3D-Druck-fuer-die-Industrie-1243178.html> (Stand: 25.07.2016).
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2016): Gesetz über Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern (Intelligente Verkehrssysteme Gesetz - IVSG). Internet: [http://www.gesetze-im-internet.de/ivsg/\\_2.html](http://www.gesetze-im-internet.de/ivsg/_2.html) (Stand: 18.07.2016).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2010): Kyoto-Mechanismen. Internet: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-mechanismen/> (Stand: 18.07.2016).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2014): Nationale Klimapolitik. Internet: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/> (Stand: 18.07.2016).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2015): Treibhausgasneutrales Deutschland 2050. Internet: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/> (Stand: 18.07.2016).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016): Extremwetterereignisse. Internet: [http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheits-und-umwelt/klimawandel/extremwetterereignisse/](http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheits-und-umwelt/klimawandel/extremwetterereignisse/) (Stand: 29.07.2016).
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2012): IVS-Aktionsplan 'Straße'. Koordinierte Weiterentwicklung bestehender und beschleunigte Einführung neuer Intelligenter Verkehrssysteme in Deutschland bis 2020. Internet: <http://www.bmvi.de/cae/servlet/contentblob/102800/publicationFile/70307/ivs-aktionsplan-strasse-broschuere.pdf> (Stand: 18.07.2016).

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2014): Verkehrsprognose 2030: Verkehr wird deutlich zunehmen. Internet: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2014/044-dobrindt-verkehrsprognose2030.html> (Internet: 18.07.2016).
  - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015): Verkehrsverflechtungsprognose 2030 – Netzumlegungen. Belastungskarten Straße, Schiene, Wasserstraße (Lose 4-6). Internet: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/verkehrsverflechtungsprognose-2030-netzumlegungen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/verkehrsverflechtungsprognose-2030-netzumlegungen.pdf?__blob=publicationFile) (Stand: 25.07.2016).
  - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2016): Verkehr und Mobilität. Mobilität ist zentrale Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum, Beschäftigung und Teilhabe des Einzelnen am gesellschaftlichen Leben. Internet: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/ivs-im-strassenverkehr.htm> (Stand: 18.07.2016).
  - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016a): Digitale Agenda. Internet: <https://www.bmwi.de/DE/Themen/Digitale-Welt/digitale-agenda.html> (Stand: 18.07.2016).
  - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016b): Digitale Strategie 2025. Internet: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>. (Stand: 25.07.2016).
  - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016c): Gabriel legt zur Eröffnung der CeBIT die Digitale Strategie 2025 vor. Internet: <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=757460.html> (Stand: 25.07.2016).
  - BVU, Intraplan, IVV & Planco (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030 – Zusammenfassung der Ergebnisse. Internet: <http://daten.clearingstelle-verkehr.de/276/4/Datensatzbeschreibung%20Personenverkehr.pdf>. (Stand: 15.07.2016).
- ## C /
- Cargo Sous Terrain (2016): Homepage. Internet: <http://www.cargosousterrain.ch/de/news.html> (Stand: 29.07.2016).
  - Christidis, Nikolaos, Jones, Gareth S. & Stott, Peter A. (2014): Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 European heatwave, In: Nature Climate Change, 1-5, 8. December 2015, Internet: <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n1/full/nclimate2468.html> (Stand: 13.08.2016).
  - Chui, Michael, Löffler, Markus & Roberts, Roger (2010): The Internet of Things. McKinsey Quarterly 2010. Internet: <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things> (Stand: 25.07.2016).
  - Clausen Uwe, Holloh, Klaus-Dieter & Kadow, Michael (2014): Zukunftsbilder Transport und Logistik 2030 – Untersuchung der Entwicklungspotentiale der Verkehrsträger Straße und Schiene bis 2030. Internet: [https://www.db-schenker.com/file/hode/2199104/XN\\_JDvb8KeNX67zUYa-PUeJrR6s/7923394/data/Visions\\_of\\_the\\_Future\\_2030.pdf](https://www.db-schenker.com/file/hode/2199104/XN_JDvb8KeNX67zUYa-PUeJrR6s/7923394/data/Visions_of_the_Future_2030.pdf) (Stand: 13.08.2016).
  - Computerwoche (2014): Uber verspricht Fahrern Unterstützung im Rechtsstreit. 12.09.2014. Internet: <http://www.computerwoche.de/a/uber-verspricht-fahrern-unterstuetzung-im-rechtsstreit,3067784> (Stand: 25.07.2016).
  - COP21 (o.J.): Paris Agreement. Internet: [http://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_english\\_.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf) (Stand: 15.07.2016).
  - Creutzig, Felix, Jochem, Patrick, Edelenbosch, Oreane Y., Mattauch, Linus, van Vuuren, Detlef P., McCollum, David & Minx, Jan (2015): Transport: A roadblock to climate change mitigation? In: Science, 350 (6263), 911-912.
  - Crutzen, Paul & Schwägerl, Christian (2011): Living in the Anthropocene, Toward a new global ethos. environment360, 24.01.2011. Internet: [http://e360.yale.edu/feature/living\\_in\\_the\\_anthropocene\\_toward\\_a\\_new\\_global\\_ethos/2363/](http://e360.yale.edu/feature/living_in_the_anthropocene_toward_a_new_global_ethos/2363/) (Stand: 29.07.2016).
  - Crutzen, Paul & Stoermer, Eugene (2000): The „Anthropocene“. In: The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP) Newsletter, No 41, 17-18.

- Czernin, Janine & Schocke, Kai-Oliver (2016): Handlungsfelder der Personalarbeit in der Logistik. Internet: [http://www.demografienetzwerk-firm.de/ressourcen/2016/07/20160615\\_Studienbericht\\_Handlungsfelder-der-Personalarbeit-in-der-Logistik.pdf](http://www.demografienetzwerk-firm.de/ressourcen/2016/07/20160615_Studienbericht_Handlungsfelder-der-Personalarbeit-in-der-Logistik.pdf) (Stand: 16.08.2016).

## D /

- Dadush, Uri & Ali, Shimelse (2010): Carnegie Endowment for International Peace, Policy Outlook, The Transformation of World Trade. Internet: <http://carnegieendowment.org/2010/04/21/transformation-of-world-trade> (Stand: 15.07.2016).
- Dadush, Uri & Stancil, Bennett (2010): Carnegie Endowment for International Peace, Policy Outlook, The World Order in 2050. Internet: <http://carnegieendowment.org/2010/04/21/world-order-in-2050-pub-40648> (Stand: 15.07.2016).
- Deutscher Bundestag (2002): Schlussbericht der Enquete-Kommission Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten, Drucksache 14/9200. Internet: [dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/092/1409200.pdf](http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/092/1409200.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Deutsche Post DHL Group (2015): DHL testet erfolgreich Augmented Reality-Anwendung im Lagerbetrieb. Internet: [http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2015/dhl\\_testet\\_augmented\\_reality-anwendung.html](http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2015/dhl_testet_augmented_reality-anwendung.html) (Stand: 25.07.2016).
- Deutsche-Startups.de (o.J.): Kreditech. Internet: <http://www.deutsche-startups.de/verzeichnisse/startups-a-z/kreditech/> (Stand: 25.07.2016).
- DHL Customer Solutions & Innovation (2014): AUGMENTED REALITY IN LOGISTICS. Changing the way we see logistics – a DHL perspective. Internet: <http://www.delivering-tomorrow.de/wp-content/uploads/2015/08/dhl-report-augmented-reality-2014.pdf>. (Stand: 25.07.2016).
- Diekmann, Andreas (2012): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Dill, Marcus (2014): Big Data läutet neue Analytics-Ära ein. Computerwoche, 09.06.2014. Internet: <http://www.computerwoche.de/a/big-data-laeuet-neue-analytics-aera-ein,2555745> (Stand: 25.07.2016).
- D'Ippoliti, Daniela et al. (2010): The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EUROheat-project. In: Environmental Health, 9, 37. Internet: <https://eh-journal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-9-37> (Stand: 13.08.2016).
- Donhauser, Stefan (2011): Wirtschaftsleistung und -strukturen sowie Einkommensverteilung und -umverteilung in den Verwaltungsbezirken Hessens. In: Staat und Wirtschaft in Hessen, 10/11, 271-292.
- Dorst, Wolfgang (o.J.): Vision Industrie 4.0. Internet: <https://www.bitkom.org/Themen/Branchen/Industrie-40/Vision-Industrie-40.html> (Stand: 25.07.2016).
- Dorst, Wolfgang & Pentsi, Angelika (2014): 3D-Drucker: Erwartungen steigen. Bitkom, 14.07.2014. Internet: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/3D-Drucker-Erwartungen-steigen.html> (Stand: 25.07.2016).
- Dybe, Georg (2002): Die Mitte des Sandwich. Internationale wirtschaftliche Verflechtungen deutscher Metropolregionen und das nationale Produktionssystem. In: Informationen zur Raumentwicklung, 6/7, 301-312.

## E /

- Energiezukunft (2015): Divestment: Allianz steigt aus der Kohle aus. Internet: <http://www.energiezukunft.eu/umwelt/wirtschaft/divestment-allianz-steigt-aus-der-kohle-aus-gn103720> (Stand: 15.07.2016).
- Esser, Christian, Hua, Sha & Morawietz, Martina (2015): Ausstieg aus der Kohle – Allianz will Investments aus der Kohleindustrie abziehen. ZDF Frontal 21, 24.11.2015. Internet: <http://www.zdf.de/frontal-21/allianz-ausstieg-aus-der-kohle-41104912.html> (Stand: 15.07.2016).
- Eurocontrol (2016): Single European Sky. Internet: <http://www.eurocontrol.int/dossiers/single-european-sky> (Stand: 17.06.2016).

- European Commission (2011): Flightpath 2050 – Europe’s Vision for Aviation. Report of the High Level Group on Aviation Research. Internet: <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/doc/flightpath2050.pdf>. (Stand: 25.07.2016).
- European Commission (2016): Commission Staff Working Document on Quantum Technologies. Internet: <http://edz.bib.uni-mannheim.de/edz/pdf/swd/2016/swd-2016-0107-en.pdf>. (Stand: 15.07.2016).
- European Environmental Agency, EASA & Eurocontrol (2016): European Aviation Environmental Report. Internet: <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/aviation-strategy/documents/european-aviation-environmental-report-2016-72dpi.pdf>. (Stand: 15.07.2016).
- Fraport AG (2015a): Zahlen, Daten, Fakten 2015 zum Flughafen Frankfurt. Internet: <http://www.fraport.de/content/fraport/de/misc/binaer/presse/publikationen/2015/zahlen--daten--fakten-2015/jcr:content.file/zahlen-daten-fakten-2015.pdf> (Stand: 25.07.2016).
- Fraport AG (2015b): Pressekonferenz der Fraport AG: Entscheidung über den Bau von Terminal 3. Internet: <http://docs.dpaq.de/9480-pressekonferenz-terminal3.pdf>. (Stand: 15.04.2016).
- Fraport AG (2016): Geschäftsbericht 2015. Internet: [https://www.etracker.de/redirect.php?et=hnsddV&et\\_cid=166&et\\_lid=187](https://www.etracker.de/redirect.php?et=hnsddV&et_cid=166&et_lid=187) (Stand: 25.07.2016).
- Fraunhofer IBP (2015): Masterplan 100% Klimaschutz Frankfurt am Main – Generalkonzept. Internet: [http://www.masterplan100.de/fileadmin/user\\_upload/content/pdf/20150520\\_Generalkonzept\\_IBP\\_final.pdf](http://www.masterplan100.de/fileadmin/user_upload/content/pdf/20150520_Generalkonzept_IBP_final.pdf) (Stand: 15.07.2016).

## F /

- FAZ.net (2016): Der Chat-Computer dreht schon wieder durch. 30.03.2016. Internet: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/netzwirtschaft/chat-bot-tay-von-microsoft-dreht-schon-wieder-durch-14151785.html> (Stand: 25.07.2016).
- Fernandes, Sandeep (2016): How 3D Printing Changes the Economics of Air Cargo Transportation. Mercator, 03.03.2016. Internet: <https://www.mercator.com/blog/how-3d-printing-changes-the-economics-of-air-cargo-transportation> (Stand: 25.07.2016).
- Fischer, Erich & Schär, Christoph(2010): Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. In: Nature Geosciences, Vol. 3 June 2010, 398-403. Internet: <https://www.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/klimawandel/Literatur/Fischer-Schaer-NatureGeo2010.pdf> (Stand: 13.08.2016).
- Flughafen GmbH Kassel (2016): Kassel Airport zieht am dritten Geburtstag Bilanz. Internet: <https://www.kassel-airport.aero/de/inhalte-metavigation-seitenfuss/presse/2016/kassel-airport-zieht-am-dritten-geburtstag-bilanz> (Stand: 12.07.2016).
- Frankfurt Main Finance (2016): Daten zum Finanzplatz. Internet: <http://www.frankfurt-main-finance.de/de/finanzplatz/daten/daten-und-fakten/#c11973> (Stand: 18.07.2016).
- Frey, Benedict & Osborne, Michael (2013): The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerization, University of Oxford. Internet: <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/1314> (Stand: 15.07.2016).
- Future Foundation (2015): Future Traveller Tribes 2030. Understanding Tomorrow’s Traveller. Internet: <http://www.amadeus.com/documents/future-traveller-tribes-2030/travel-report-future-traveller-tribes-2030.pdf>. (Stand: 25.07.2016).
- Für-Gründer.de (o.J.): FinTech: Geschäftsideen im Bereich Financial Technologies. Internet: <https://www.fuer-gruender.de/wissen/geschaeftsidee-finden/geschaeftsidee-beispiele/fintech/> (Stand: 25.07.2016).

## G /

- G7 Germany (2015): Think ahead. Act together. An morgen denken, Gemeinsam handeln. Leaders’ Declaration G7 summit, 7 – 8 June 2015 , Schloss Elmau. Internet: [https://www.g7germany.de/Content/DE/\\_Anlagen/G8\\_G20/2015-06-08-g7-abschluss-eng.html?nn=1281552](https://www.g7germany.de/Content/DE/_Anlagen/G8_G20/2015-06-08-g7-abschluss-eng.html?nn=1281552) (Stand: 15.07.2016).



- Gartner (2016): IT Glossary. Internet: <http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things/> (Stand: 25.07.2016).
- Gibney, Elisabeth (2016): Billion-euro boost for quantum tech. In: Nature, Vol. 532, April 2016. Internet: [http://www.nature.com/polopoly\\_fs/1.19796!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/nature.2016.19796.pdf](http://www.nature.com/polopoly_fs/1.19796!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/nature.2016.19796.pdf) (Stand: 15.08.2016).
- Graff, Bernd (2016): Rassistischer Chat-Roboter: Mit falschen Werten bombardiert. Süddeutsche Zeitung, 03.04.2016. Internet: <http://www.sueddeutsche.de/digital/microsoft-programm-tay-rassistischer-chat-roboter-mit-falschen-werten-bombardiert-1.2928421> (Stand: 25.07.2016).
- Gruber, Johannes (2015): Ich ersetze ein Auto (Abschlussbericht), Elektro-Lastenräder für den klimafreundlichen Einsatz im Kuriermarkt, Vorhaben 03KSF029 der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMUB, S. 10. Internet: [http://www.ich-ersetze-ein-auto.de/ieea/Ich-ersetze-ein-Auto\\_Schlussbericht.pdf](http://www.ich-ersetze-ein-auto.de/ieea/Ich-ersetze-ein-Auto_Schlussbericht.pdf) (Stand: 15.08.2016).
- Handelsblatt (2016): Airbus stellt Produktion um. 3D-Drucker sollen Zulieferer ersetzen. Handelsblatt, 19.01.2016. Internet: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/airbus-stellt-produktion-um-3d-drucker-sollen-zulieferer-ersetzen/12853248.html> (Stand: 25.07.2016).
- Henke, Michael & Schulte, Axel T. (2016): Sicherstellung der Liquidität. In: Logistik Heute, 06/16, 54-55.
- Hessen Mobil (2014): Rahmen für Intelligente Verkehrssysteme in Hessen, Wiesbaden.
- Hessen Mobil (2016): Kooperative Systeme – Sicherer und flüssiger Fahren. Internet: <https://mobil.hessen.de/verkehr/intelligenter-verkehr/sicherer-und-fl%C3%BCssiger-fahren> (Stand: 18.07.2016).
- Hessische Landesregierung (2016): Strategie Digitales Hessen. Intelligent. Vernetzt. Für Alle. Internet: [https://www.digitalstrategie-hessen.de/img/Digitalstrategie\\_Hessen\\_2016\\_ver1.pdf](https://www.digitalstrategie-hessen.de/img/Digitalstrategie_Hessen_2016_ver1.pdf) (Stand: 25.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2007): Klimaschutzkonzept Hessen 2012. Internet: [https://issuu.com/transferstelle-emissionshandel/docs/klimaschutzkonzept\\_hessen\\_2012](https://issuu.com/transferstelle-emissionshandel/docs/klimaschutzkonzept_hessen_2012) (Stand: 15.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2016): Vorstudie zum Klimaschutzplan 2025 für Hessen. Endbericht. Internet: [https://umweltministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/endbericht\\_vorstudie\\_klimaschutzplan\\_2025\\_hessen.pdf](https://umweltministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/endbericht_vorstudie_klimaschutzplan_2025_hessen.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) (2015a): Branchenprofil Luft- und Raumfahrtindustrie in Hessen. Internet: [https://www.htai.de/mm/Luftfahrtindustrie\\_Raumfahrtindustrie\\_Hessen\\_882.pdf](https://www.htai.de/mm/Luftfahrtindustrie_Raumfahrtindustrie_Hessen_882.pdf). (Stand: 25.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung HMWEVL) (2015b): Die IKT-Branche in Hessen. Internet: [https://www.hessen-it.de/mm/mm001/IKT-Branche\\_Hessen\\_WEB.pdf](https://www.hessen-it.de/mm/mm001/IKT-Branche_Hessen_WEB.pdf). (Stand: 25.07.2016).
- Hallegatte, Stephane, Bangalore, Mook, Bonzanigo, Laura, Fay, Marianne, Kane, Tamaro, Narloch, Ulf, Rozenberg, Julie, Treguer, David & Vogt-Schilb, Adrien (2016): Shock Waves, Managing the Impacts of Climate Change on Poverty, Washington: World Bank Group. Internet: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22787/9781464806735.pdf?sequence=13&isAllowed=y> (Stand: 15.07.2016).
- HA Hessen Agentur (2010): Bevölkerungsschätzung für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte. Eine Projektion für den Zeitraum von 2010 bis 2030 und eine Trendfortschreibung bis 2050. Internet: [https://www.hessen-agentur.de/img/downloads/792\\_Bevoelkerungsvorausschaetzung\\_Kreise.pdf](https://www.hessen-agentur.de/img/downloads/792_Bevoelkerungsvorausschaetzung_Kreise.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- HA Hessen Agentur (2015): Hessen 2015, Daten und Zahlen. Internet: [http://www.htai.de/mm/mm001/14\\_11-19\\_DaZa\\_2015\\_DE\\_print.pdf](http://www.htai.de/mm/mm001/14_11-19_DaZa_2015_DE_print.pdf). (Stand: 15.07.2016).

## H /

- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) (2016a): Mobilität der Zukunft. Vernetzt und nachhaltig. Internet: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/verkehr-neu/vernetzt-und-nachhaltig> (Stand: 18.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) (2016b): Straßenverkehr. Verkehrsfluss steuern und Straßen auslasten. Internet: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/strassenverkehr> (Stand: 18.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2016c): Mobilität. Internet: <https://www.digitalstrategie-hessen.de/mobilitaetsanwendung> (Stand: 18.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2016d): Wirtschafts- und Technologieförderung. Internet: <https://www.digitalstrategie-hessen.de/Wirtschafts-und-Technologieforderung> (Stand: 18.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2016e): Logistikstandort Hessen. Internet: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/logistikstandort-hessen> (Stand: 25.07.2016).
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2010): Gute Gründe für Hessen. Internationaler Standort im Zentrum Europas. Internet: [https://www.invest-in-hessen.de/mm/Hessen\\_GuteGrunde\\_deutsch.pdf](https://www.invest-in-hessen.de/mm/Hessen_GuteGrunde_deutsch.pdf) (Stand: 25.07.2016).
- Hessisches Statistisches Landesamt (2016a): Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer (Arbeitsort). Internet: <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/erwerbstaetigkeit/landesdaten/arbeitsmarkt-sv-beschaeftigte/sozialversicherungspflichtig-beschaeftigte-hessen-deutschland/> (Stand: 25.07.2016).
- Hessisches Statistisches Landesamt (2016b): Verarbeiten des Gewerbe in Hessen im März 2016. Internet: <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/industrie-bau-handwerk-energie/landesdaten/verarbeitendes-gewerbe/betriebe-beschaeftigte-umsatz-des-verarbeitenden-gewerbes/index.html> (Stand: 25.07.2016).
- Hill, Jürgen (2013): Dritte industrielle Revolution? Das Potential von 3D-Druck. Computerwoche, 23.04.2013. Internet: <http://www.computerwoche.de/a/das-potential-von-3d-druck,2531529> (Stand: 25.07.2016).
- Hoffmann, Jürgen (2015): Die junge, wilde und digitale Finanzbranche. Die Welt, 10.09.2015. Internet: <http://www.welt.de/regionales/hamburg/article146277671/Die-junge-wilde-und-digitale-Finanzbranche.html> (Stand: 25.07.2016).
- Holz, Winfried (2016): Datendiebstahl, Spionage und Sabotage in der Industrie. Bitkom.
- Hoyler, Michael (2011): External relations of German Cities through intra-firm networks – a global perspective. In: Raumforschung und Raumordnung, 69 (3), 147-159.
- Höhle, Vittorio (1994): Philosophie der Ökologischen Krise, Moskauer Vorlesungen, München: C.H. Beck.
- hr-info (2016): Interview mit Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt, 06.07.2016.
- Huifeng, He (2015a): China's Alibaba, Foxconn invest US\$ 236 million in SoftBank's robotics business, In: South China Morning Post, June 19, 2015, Internet: <http://www.scmp.com/tech/social-gadgets/article/1823511/chinas-alibaba-foxconn-invest-us236-million-softbanks-robotics> (Stand: 13.08.2016).
- Huifeng, He (2015b): Foxconn's Foxbot army close to hitting the Chinese market, on track to meet 30 per cent automation target, In: South China Morning Post, July 1, 2015, Internet: <http://www.scmp.com/tech/innovation/article/1829834/foxconn-foxbot-army-close-hitting-chinese-market-track-meet-30-cent> (Stand: 13.08.2016).
- Huifeng, He (2015c): More than half of manufacturers at Jiangsu electronics hub planning switch to robot workforce, survey shows, In: South China Morning Post, September 21, 2015, Internet: <http://www.scmp.com/tech/china-tech/article/1860154/more-half-manufacturers-jiangsu-electronics-hub-planning-switch> (Stand: 13.08.2016).

- Huifeng, He (2015d): US\$ 154 billion rise of the robots planned for Pearl River Delta manufacturing, In: South China Morning Post, April 15, 2015, Internet: <http://www.scmp.com/lifestyle/technology/science-research/article/1754165/robotics-industry-booming-guangdong-insiders> (Stand: 13.08.2016).
- Hüging, Hanna (2013): Wetter, Klima und Klimawandel. Was unser Klima heute und in der Vergangenheit beeinflusst. Bundeszentrale für politische Bildung. Internet: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38427/wetter-klima-und-klimawandel> (Stand: 18.07.2016).
- Hülsbömer, Simon & Genovese, Bill (2016): Definition, Vorteile, Nachteile. Was ist Blockchain? Computerwoche, 20.06.2016. Internet: <http://www.computerwoche.de/a/blockchain-was-ist-das,3227284> (Stand: 25.07.2016).
- Hüsing, Alexander (o.J.): 25 frische FinTech-Start-ups, die sich jeder merken sollte. Internet: <http://www.deutsche-startups.de/2016/01/29/25-frische-fintech-startups/> (Stand: 25.07.2016).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014b): Climate Change, Synthesis Report, Summary for Policymakers, S 5, Internet: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- International Transport Forum (2015): Global Trade: International freight transport to quadruple by 2050. Media Release, Januar 2015, Paris. Internet: <http://itf-oecd.org/sites/default/files/docs/2015-01-27-outlook2015.pdf>. (Stand: 15.07.2016).
- ivm GmbH (Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt RheinMain) (2010): Wirtschaftsverkehr 2030, Analyse und Prognose des regionalen Wirtschaftsverkehrs in der Region Frankfurt RheinMain bis zum Jahr 2030. Internet: [http://www2.ivm-rheinmain.de/wp-content/uploads/2012/02/internet\\_wvrheinmain2030\\_25-10-2010.pdf](http://www2.ivm-rheinmain.de/wp-content/uploads/2012/02/internet_wvrheinmain2030_25-10-2010.pdf). (Stand: 15.07.2016).

## I /

- IATA (2015): IATA Air Passenger Forecast Shows Dip in Long-Term Demand. Internet: <http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2015-11-26-01.aspx> (Stand: 17.06.2016).
- ibi research an der Universität Regensburg (2013): Digitalisierung der Gesellschaft. Aktuelle Einschätzungen und Trends. Internet: [www.ibi.de/files/Studie\\_Digitalisierung\\_der\\_Gesellschaft.pdf](http://www.ibi.de/files/Studie_Digitalisierung_der_Gesellschaft.pdf) (Stand: 18.07.2016).
- Ideen 2020 (o.J.): Fragen & Antworten. Internet: <http://www.ideen2020.de/uber-die-ausstellung/> (Stand: 25.07.2016).
- Infas (2010): Bericht: Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht – Hessen. Internet: <http://www2.ivm-rheinmain.de/wp-content/uploads/2012/03/MiD2008-Ergebnisbericht-Hessen.pdf>. (Stand: 18.07.2016).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014a): Pressemitteilung vom 2. Nov 2014. Internet: [http://www.ipcc.ch/pdf/ar5/prpc\\_syr/11022014\\_syr\\_copenhagen.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/ar5/prpc_syr/11022014_syr_copenhagen.pdf) (Stand: 15.07.2016).

## J /

- Janszky, Sven Gabor (2016): 2016 wird das Jahr der (künstlichen) Intelligenz. Internet: <http://www.2ba-head.com/analyse/trendanalyse/detail/trendanalyse-2016-wird-das-jahr-der-kuenstlichen-intelligenz/> (Stand: 13.08.2016).
- Jäger, Moritz (2015): Eine Technik zwischen Hype und Wirklichkeit. Golem.de, 02.10.2016. Internet: <http://www.golem.de/news/blockchain-eine-technik-zwischen-hype-und-wirklichkeit-1510-116573.html> (Stand: 25.07.2016).
- Jonas, Hans (1979): Prinzip Verantwortung, Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt: Suhrkamp.

## K /

- Kern, Sabine & Neumayer, Ingo (2016): Künstliche Intelligenz. ARD Planet Wissen, 07.07.2016. Internet: [http://www.planet-wissen.de/technik/computer\\_und\\_roboter/kuenstliche\\_intelligenz/index.html](http://www.planet-wissen.de/technik/computer_und_roboter/kuenstliche_intelligenz/index.html) (Stand: 25.07.2016).

- kombiBus (2016): Innovation mit Tradition – So funktioniert kombiBUS. Internet: <http://kombibus.de/prinzip> (Stand: 19.07.2016).
- KPMG (2014): Future State 2030: The global megatrends shaping governments. Internet: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2014/02/future-state-2030-v3.pdf> (Stand: 15.07.2016).
- Krämer, Andreas (2016a): Kooperation: Siemens und Local Motors kooperieren bei der Fertigung von Autos mit dem 3D-Drucker. 3D Grenzenlos, 26.04.2016. Internet: <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/kurznachrichten/siemens-local-motors-kooperation-27172103.html> (Stand: 25.07.2016).
- Krämer, Andreas (2016b): Local Motors: Olli – Der autonome Shuttle-Bus aus einem 3D-Drucker. 3D Grenzenlos, 17.06.2016. Internet: <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/zukunft-visionen/olli-bus-von-local-motors-aus-3d-drucker-27178723.html> (Stand: 25.07.2016).
- Kreye, Andrian (2016): Der unnatürliche Feind – Skype-Gründer Jaan Tallinn über künstliche Intelligenz (KI), Interview. Süddeutsche Zeitung, 04.03.2016.
- Kuhn, Axel (2014): Urbane Logistik, In: acatech Materialienband, Stadt der Zukunft – Strategieelemente einer nachhaltigen Stadtentwicklung, 73-85.
- Kühl, Eike (2016): „Hacker behalten die Oberhand“. Zeit Online, 07.06.2016. Internet: <http://www.zeit.de/digital/datenschutz/2016-06/hacker-linkedin-vk-myspace-normalzustand/komplettansicht> (Stand: 25.07.2016).
- Legarda, Loren (2016): The road to decarbonization, 31st Climate Reality Leadership Corps Training-Conference, Lecture, März 2016, Manila. Internet: <http://www.rappler.com/thought-leaders/125845-legarda-road-decarbonization> (Stand: 15.07.2015).
- Loeffler, Hannah (2014): Die wichtigsten Fragen und Antworten zum Uber-Streit. Gründerszene, 22.04.2014. Internet: <http://www.gruenderszene.de/allgemein/fragen-uber-deutschland> (Stand: 25.07.2016).
- Lotz, Christine, Herb, Teresina, Schindhelm, Roland & Vierkötter, Marcel (2014): Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr. In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fahrzeugtechnik, F 97.

## M /

## L /

- Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz LBM (2016): Kolonnenparken für Lkw: Bundesweites Modellprojekt erhöht Sicherheit. Internet: <https://www.lbm.rlp.de/Startseite/broker.jsp?uMen=4b140c0d-3e28-2321-e564-f087b4820584&u-Con=cd3403cd-90dd-b731-4b66-d1c60a7fd727&u-Tem=aaaaaaaa-aaaa-aaaa-aaaa-000000000012> (Stand: 25.07.2016).
- Madry, Thomas & Fischer, Jonas (2014): Vorhersagbarkeit und Auswirkungen des Klimawandels. Bundeszentrale für politische Bildung. Internet: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/183026/auswirkungen-des-klimawandels> (Stand: 18.07.2016).
- Maier, Florian (2015): Connected-Car- & Car-IT-Studie. Security-Probleme bei vernetzten Autos. Computerwoche, 29.04.2015. Internet: <http://www.computerwoche.de/a/security-probleme-bei-vernetzten-autos,3098209> (Stand: 25.07.2016).
- Mattern, Friedemann (o.J.): Pervasive Computing/Ubiquitous Computing. Internet: <http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/UbiPvCSchlagwort.pdf> (Stand: 15.07.2016).
- McKinsey Global Institute (2011): Urban world: Mapping the economic power of cities. Internet: <http://www.mckinsey.com/global-themes/urbanization/urban-world-mapping-the-economic-power-of-cities> (Stand: 15.07.2016).
- Meyer, David (2016): Why Adidas is Turning to Robots in Germany and the U.S.. In: Fortune, May 25, 2016, Internet: <http://fortune.com/2016/05/25/adidas-robot-speedfactories/> (Stand: 13.08.2016).

- Mills, Mark (2013): The cloud begins with coal – Big data, big networks, big infrastructure and big power. Internet: [http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf?c761ac](http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf?c761ac) (Stand: 25.07.2016).
- Monastersky, Richard (2015): Anthropocene: The human age. In: Nature, March 2015, Internet: <http://www.nature.com/news/anthropocene-the-human-age-1.17085> (Stand: 13.08.2016).
- Morgan, Jacob (2014): A Simple Explanation Of 'The Internet Of Things'. Forbes, 13.05.2016. Internet: <http://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#321d45556828> (Stand: 25.07.2016).

## N /

- Navarro, Alyssa (2015): Google's D-Wave 2X Quantum Computer 100 Million Times Faster Than Regular Computer Chip. TechTimes, 09.12.2015. Internet: <http://www.techtimes.com/articles/114614/20151209/googles-d-wave-2x-quantum-computer-100-million-times-faster-than-regular-computer-chip.htm> (Stand: 15.07.2016).
- Neubauer, Ralf (2014): Cyber Physical Systems. Zentrale Bausteine von Industrie 4.0. Computerwoche, 10.12.2014. Internet: [http://www.computerwoche.de/a/zentrale-bausteine-von-industrie-4-0\\_3090293](http://www.computerwoche.de/a/zentrale-bausteine-von-industrie-4-0_3090293) (Stand: 25.07.2016).
- New Climate Economy (2014): The New Climate Economy Report. Internet: <http://newclimateeconomy.report/TheNewClimateEconomyReport.pdf> (Stand: 15.07.2016).

## O /

- OECD (2012): Environmental Outlook 2050, The consequences of Inaction, Key facts and Figures. Internet: <http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/oecd-environmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm> (Stand: 15.07.2016).

## P /

- Pachauri, Rajendra (2014): Presentation of the IPCC Fifth Assessment Report, 8th December, Lima. Internet: [http://www.ipcc.ch/news\\_and\\_events/docs/COP20/LCAHLD.pdf](http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/COP20/LCAHLD.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Papst Franziskus (2015): Enzyklika Laudato Si'. Über die Sorge für das gemeinsame Haus. Internet: [http://www.dbk.de/fileadmin/redaktion/diverse\\_downloads/presse\\_2015/2015-06-18-Enzyklika-Laudato-si-DE.pdf](http://www.dbk.de/fileadmin/redaktion/diverse_downloads/presse_2015/2015-06-18-Enzyklika-Laudato-si-DE.pdf) (Stand: 15.08.2016).
- Pentsi, Angelika & Bachmann, Marc (2016): Jedes dritte Luftfahrt-Unternehmen noch ohne Digitalstrategie. Bitkom, 01.06.2016. Internet: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Jedes-dritte-Luftfahrt-Unternehmen-noch-ohne-Digitalstrategie.html> (Stand: 25.07.2016).
- Pieringer, Matthias (2016): SCM: Erdbeben in Japan sorgt für Logistikprobleme. Toyota und weitere Unternehmen von Naturkatastrophe betroffen. Logistik Heute, 18.04.2016. Internet: <http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/14753/Toyota-und-weitere-Unternehmen-von-Naturkatastrophe-betroffen-SCM-Erdbeben-i> (Stand: 25.07.2016).
- Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main (2010): Regionales Monitoring 2010 – Daten und Fakten. Internet: <http://www.region-frankfurt.de/Veröffentlichungen> (Stand: 18.07.2016).
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2015): Unsere Digitale Agenda für Deutschland. Internet: [http://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BPA/Bestellservice/Digitale\\_Agenda\\_06-05-2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BPA/Bestellservice/Digitale_Agenda_06-05-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3). (Stand: 18.07.2016).
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2016): Kabinettsklausur in Meseberg. Digitale Agenda und Integration im Fokus. Internet: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/05/2016-05-23-ankuendigung-meseberg.html> (Stand: 18.07.2016).

- PricewaterhouseCoopers (2014): Digitalisierungsbarometer. Internet: [http://www.pwc.de/de/digitale-transformation/assets/pwc\\_digitalisierungsbarometer\\_2014.pdf](http://www.pwc.de/de/digitale-transformation/assets/pwc_digitalisierungsbarometer_2014.pdf) (Stand: 25.07.2016).
- PricewaterhouseCoopers (2015): The World in 2050, Will the shift in global economic power continue? Internet: [www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf](http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Pundt, Alexander & Nerdinger, Friedemann W. (2012): Transformationale Führung – Führung für den Wandel? In: Grote, Sven (Hrsg.): Die Zukunft der Führung. Berlin: Springer, 27-45.

## Q /

- Quantum Europe (2016): QuantumManifesto. A New Era of Technology. Internet: <https://english.eu2016.nl/events/2016/05/17/quantum-europe-2016> (Stand: 15.07.2016).
- Quantum Manifesto (2016): QuantumManifesto. A New Era of Technology. Internet: <https://english.eu2016.nl/documents/publications/2016/05/17/quantum-manifesto> (Stand: 15.07.2016).

## R /

- Randers, Jorgen (2012): 2052, Der neue Bericht an den Club of Rome, München: Oekom-Verlag.
- Rauner, Max (2016): Wenn ich mit euch fertig bin, seid ihr ein Joghurt. Zeit Online, 04.01.2016. Internet: <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2016/01/industrie-4-0-kuenstliche-intelligenz-maschinen/komplettansicht> (Stand: 25.07.2016).
- Ransch, Sabine (2016): Nahverkehr - Verkehr in Rhein-Main am Limit. Frankfurter Neue Presse, 15.03.2016. Internet: <http://www.fnp.de/rhein-main/Verkehr-in-Rhein-Main-am-Limit;art801,1908569> (Stand: 26.08.2016).
- Regionalverband FrankfurtRheinMain (2015): Daten und Fakten – Metropolregion FrankfurtRheinMain. Internet: <http://www.region-frankfurt.de/Veröffentlichungen> (Stand: 18.07.2016).

- Robine, Jean-Marie, Cheung, Siu Lan K, Le Roy, Sophie, Van Oyen, Herman & Herrmann, François Richard (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. Internet: [http://ec.europa.eu/health/archive/ph\\_projects/2005/action1/docs/action1\\_2005\\_a2\\_15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/archive/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Robine, Jean-Marie, Cheung, Siu Lan K., Le Roy, Sophie, Van Oyen, Herman, Griffiths, Clare, Michel, Jean-Pierre & Herrmann, François Richard (2008): Death toll exceeded 70.000 in Europe during the summer of 2003. In: C. R. Biologies, 331 (2), 171-178.
- Rohleder, Bernhard (2016): Digitalisierung in der Luftfahrt. Bitkom Vortrag auf ILA 2016. Berlin: 01.06.2016.
- Roland Berger Strategy Consultants & Bundesverband der Deutschen Industrie (2015): Die digitale Transformation der Industrie, Internet: [http://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale\\_Transformation.pdf](http://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale_Transformation.pdf) (Stand: 13.08.2016).
- Rouse, Margaret (2012): Big data analytics. TechTarget. Internet: <http://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/big-data-analytics> (Stand: 25.07.2016).
- Rubner, Jeanne (2016): Wenn Maschinen töten, Kriegsroboter stehen kurz vor der völligen Autonomie. Süddeutsche Zeitung, 11.04.2016.

## S /

- Sachs, Jeffrey (2009): Globalization in the Era of Environmental Crisis, 14th United Nations Conference on Trade and Development, Raul Prebisch Lecture, Genf. Internet: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/prebisch2009\\_sachs\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/prebisch2009_sachs_en.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Sakhuja, Abhishek (2015): Digital data digit will match Planet Pluto by 2030. Internet: <https://www.linkedin.com/pulse/digital-data-digit-match-planet-pluto-2030-abhishek-sakhuja> (Stand: 15.07.2016).
- Schipper, Lena (2015): Was eigentlich ist das Internet der Dinge? FAZ.net, 17.03.2015. Internet: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/cebit/cebit-was-eigentlich-ist-das-internet-der-dinge-13483592.html> (Stand: 25.07.2016).

- Schmidhuber, Jürgen (2015): Künstliche Intelligenz wird alles ändern. Wirtschaftswoche, 02.02.2015. Internet: <http://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/serie-wirtschaftswelten-2025-kuenstliche-intelligenz-wird-alles-aendern/11255026.html> (Stand: 25.07.2016).
- Schön, Britta Beate & Brandmayer, Eric (2016): Rechtliche Fallstricke bei der Vermietung über AirBnB und Co. Finanztip, 10.06.2016. Internet: <http://www.finanztip.de/untermiete/vermietung-airbnb/> (Stand: 25.07.2016).
- Schoendorf, Jo (2015): Verdrängte Jobs – Wenn Roboter die Arbeit übernehmen. In: Der Spiegel, 25.01.2015, Internet: <http://www.spiegel.de/karriere/berufsleben/joe-schoendorf-im-interview-wenn-roboter-die-arbeitswelt-uebernehmen-a-1014545.html> (Stand: 13.08.2016).
- Schönwiese, Christian (2008): Klimawandel in Hessen: Vergangenheit und Zukunft. Die Klimaänderungen der letzten 50-100 Jahre und die zu erwartenden Klimaänderungen im 21. Jahrhundert. Internet: [https://www.uni-frankfurt.de/45359819/Sw\\_P144\\_2008.pdf](https://www.uni-frankfurt.de/45359819/Sw_P144_2008.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Schultheis, Jürgen (2015a): Divestment: Norwegens Staatsfonds steigt 2016 aus der Kohlestromproduktion aus. Internet: [http://jschultheis.de/staatsfonds\\_norwegen\\_divestment/#more-1134](http://jschultheis.de/staatsfonds_norwegen_divestment/#more-1134) (Stand: 06.06.2015).
- Schultheis, Jürgen (2015b): Industrie 4.0 – das Beispiel Rio Tinto. Internet: <http://jschultheis.de/industrie-4-0/#more-1420> (Stand: 13.12.2015).
- Shahd, Maurice & Kopke, Cornelius (2016): Industrie im Visier von Cyberkriminellen und Nachrichtendiensten. Bitkom, 25.04.2016. Internet: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Industrie-im-Visier-von-Cyberkriminellen-und-Nachrichtendiensten.html> (Stand: 25.07.2016).
- Simonite, Tom & Stieler, Wolfgang (2015): Auf dem Quantensprung. Heise, 22.07.2015. Internet: <http://www.heise.de/tr/artikel/Auf-dem-Quantensprung-2724225.html> (Stand: 15.07.2016).
- SITA (2015): Passenger IT Trends Survey 2015 – Does technology make passengers happier? Internet: <https://www.sita.aero/resources/type/surveys-reports/passenger-it-trends-survey-2015> (Stand: 25.07.2016).
- Spiegel Online (2014): Künstliche Intelligenz: Roboter würde Uni-Aufnahmeprüfung schaffen. Spiegel Online, 01.11.2014. Internet: <http://www.spiegel.de/unispiegel/wunderbar/roboter-wuerde-fuer-uni-aufnahmepruefung-schaffen-a-1000332.html> (Stand: 25.07.2016).
- Stadt Frankfurt am Main & Regionalverband FrankfurtRheinMain (2014): Regionales Energiekonzept FrankfurtRheinMain. Internet: [http://www.region-frankfurt.de/media/custom/2033\\_1058\\_1.PDF?1420716607](http://www.region-frankfurt.de/media/custom/2033_1058_1.PDF?1420716607) (Stand: 15.07.2016).
- Statista (2016a): Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektor im Jahr 2014 (in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent). Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/312450/umfrage/treibhausgasemissionen-in-deutschland-nach-quellgruppe/> (Stand: 18.07.2016).
- Statista (2016b): Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den deutschen Verkehr im Jahr 2013 nach Verkehrsträgern. Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/13150/umfrage/co2-emissionen-im-deutschen-personenverkehr/> (Stand: 18.07.2016).
- Statista (2016c): Gesamte Staulänge auf Autobahnen in Deutschland in den Jahren 2002 bis 2015 (in Kilometer). Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/200201/umfrage/gesamte-staulaenge-auf-autobahnen-in-deutschland/> (18.07.2016).
- Statista (2016d): Anzahl der Verkehrstoten im Straßenverkehr in Deutschland von 1991 bis 2015. Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/185/umfrage/todesfaelle-im-strassenverkehr/> (Stand: 25.07.2016).
- Statista (2016e): Bei Straßenverkehrsunfällen in Deutschland im Jahr 2015 Getötete nach Bundesländern. Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/152746/umfrage/verkehrstote-deutschland/> (Stand: 25.07.2016).
- Statistisches Bundesamt (2015): Bevölkerungsvorausbe-  
rechnung. Internet: <https://www.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#y=2035&v=2> (Stand: 25.07.2016).

- Statistisches Bundesamt (2016a): Fahrzeugbestand. Internet: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/UnternehmenInfrastrukturFahrzeugbestand/Tabellen/Fahrzeugbestand.html> (Stand: 18.07.2016).
- Statistisches Bundesamt (2016b): Verkehr aktuell 05/2016. Internet: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/VerkehrAktuell.html> (Stand: 18.07.2016).
- Statistisches Bundesamt (2016c): Alterung der Bevölkerung durch aktuell hohe Zuwanderung nicht umkehrbar. Internet: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/01/PD16\\_021\\_12421.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/01/PD16_021_12421.html) (Stand: 25.07.2016).
- Stern (2006): Stern Review – Der wirtschaftliche Aspekt des Klimawandels. Internet: [http://www.dnr.de/publikationen/eur/archiv/Stern\\_Review\\_148906b\\_LONG\\_Executive\\_Summary\\_GERMAN.pdf](http://www.dnr.de/publikationen/eur/archiv/Stern_Review_148906b_LONG_Executive_Summary_GERMAN.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- Stone, Daithi, Stott, Peter, Allen, Myles & Hawkins, Mark (2015): Human Contribution to the European Heatwave of 2003, University of Oxford, Atmospheric, Oceanic & Planetary Physics. Internet: [https://www.researchgate.net/publication/8149698\\_Human\\_contribution\\_to\\_the\\_European\\_heatwave\\_of\\_2003](https://www.researchgate.net/publication/8149698_Human_contribution_to_the_European_heatwave_of_2003) (Stand: 13.08.2016).

## T /

- traffiq (2016): Presse-Information, 01.03.2016. Internet: [https://www.traffiq.de/fm/20/traffiq\\_2016-018\\_FG-Zahlen.pdf](https://www.traffiq.de/fm/20/traffiq_2016-018_FG-Zahlen.pdf) (Stand: 18.07.2016).
- Turner, Vernon; Reinsel, David; Gantz, John F. & Minton, Stephen (2014): The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things. In: IDC, White Paper, April 2014. Internet: <http://idcdocserv.com/1678> und [http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/index.htm?cmp=micro-big\\_data-general-emc](http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/index.htm?cmp=micro-big_data-general-emc) (Stand: 15.08.2016).

## U /

- Umweltbundesamt (2013): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Internet: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/treibhausgasneutrales\\_deutschland\\_im\\_jahr\\_2050\\_langfassung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/treibhausgasneutrales_deutschland_im_jahr_2050_langfassung.pdf). (Stand: 15.07.2016).
- Umweltbundesamt (2015): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Internet: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/nationale\\_trendtabellen\\_fuer\\_die\\_deutsche\\_berichterstattung\\_atmosphaerischer\\_emissionen\\_1990-2014.xlsx](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/nationale_trendtabellen_fuer_die_deutsche_berichterstattung_atmosphaerischer_emissionen_1990-2014.xlsx) (Stand: 18.07.2016).

## V /

- Verband der Automobilindustrie (2016): Stufen des automatisierten Fahrens. Internet: <https://www.vda.de/imaging/stk/vda/lightboxImage/dam/vda/Medien/DE/Themen/Innovation-und-Technik/Automatisiertes-Fahren/stufen-des-automatisierten-fahrens/jcr:content/Automatisiertes%20Fahren.2015-12-10-16-37-01.jpg> (Stand: 18.07.2016).
- Verkehrsdezernat Stadt Frankfurt am Main (2015): Mobilitätsstrategie Frankfurt am Main. Statusbericht Juli 2015. Internet: [frankfurt.de/sixcms/media.php/738/B\\_289\\_2015\\_AN\\_Statusbericht.pdf](http://frankfurt.de/sixcms/media.php/738/B_289_2015_AN_Statusbericht.pdf) (Stand: 18.07.2016).
- Vetter, Philipp (2016): Die Speedfactory ist für Adidas eine Revolution. In: Die Welt, 25.05.2016, Internet: <http://www.welt.de/wirtschaft/article155658067/Die-Speedfactory-ist-fuer-Adidas-eine-Revolution.html> (Stand: 13.08.2016).
- Visser, Johan, Nemoto, Toshinori & Browne, Michael (2014): Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review. In: Procedia - Social and Behavioral Sciences 125, 15-27.



## W /

- Ward, Karen (2012): The World in 2050, From the top 30 to the Top 100, HSBC Global Research. Internet: <http://www.hsbc.com/~media/HSBC-com/about-hsbc/advertising/pdfs/the-world-in-2050>. (Stand: 15.07.2016).
- Weber, Enzo & Zika, Gerd (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft, hrsg. v. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB). Internet: <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf> (Stand: 13.08.2016).
- Wedekind, Klaus (2016): Zu-Null-Sieg im Simulator. Künstliche Intelligenz schlägt Kampfpiloten. Ntv, 30.06.2016. Internet: <http://www.n-tv.de/technik/Kuenstliche-Intelligenz-schlaegt-Kampfpiloten-article18089391.html> (Stand: 25.07.2016).
- Weiß, Christian (2013): Sichere Intelligente Mobilität – Testfeld Deutschland, Deliverable D5.5 – Teil A, Sindelfingen. Internet: [http://www.simtd.de/index.dhtml/object-media/deDE/8154/CS/-/backup\\_publications/Projektergebnisse/simTD-TP5-Abschlussbericht\\_Teil\\_A\\_Manteldokument\\_V10.pdf](http://www.simtd.de/index.dhtml/object-media/deDE/8154/CS/-/backup_publications/Projektergebnisse/simTD-TP5-Abschlussbericht_Teil_A_Manteldokument_V10.pdf) (Stand: 13.08.2016).
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): Hauptgutachten, Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Berlin.
- World Business Council for sustainable Development (WBCSD) (2010): Vision 2050, Die neue Agenda für Unternehmen – Kurzfassung. Internet: [www.wbcsd.org/pages/adm/download.aspx?id=325&objectypeid=7](http://www.wbcsd.org/pages/adm/download.aspx?id=325&objectypeid=7) (Stand: 15.07.2016).
- World Economic Forum (2014): Connected World, Hyperconnected Travel and Transportation in Action. Internet: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Connected\\_World\\_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Connected_World_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction_2014.pdf) (Stand: 15.07.2016).
- World Wildlife Fund (WWF) (2014): Living Planet Report 2014. Internet: [www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publicationen-PDF/WWF-LPR2014-EN-LowRes.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publicationen-PDF/WWF-LPR2014-EN-LowRes.pdf) (Stand: 15.07.2016).

## Z /

- Zuo, Mandy (2016): Rise of Robots; 60.000 workers culled from just one factory as China's struggling electronics hub turns to artificial intelligence. In: South China Morning Post, May 22, 2016. Internet: <http://www.scmp.com/news/china/economy/article/1949918/rise-robots-60000-workers-culled-just-one-factory-chinas> (Stand: 13.08.2016).

## Impressum II

### Gestaltung & Satz

Lekkerwerken GmbH, Wiesbaden

[www.lekkerwerken.design](http://www.lekkerwerken.design)

### 3D-Zukunftsbild (Titel & Trenner)

Tobias Hofer + Henning Krol GbR, Mainz

[www.hofer-krol.de](http://www.hofer-krol.de)

### Druck

Dinges & Frick GmbH, Wiesbaden

### ISBN

978-3-9818349-0-1

*Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren sowie die Meinungen der interviewten Experten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und / oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte vorbehalten. Die Vervielfältigung, Mikroverfilmung, der Verleih, die Weitergabe, die Einspeicherung sowie jede sonstige Form der Verbreitung oder Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML sowie der House of Logistics and Mobility GmbH.*





**Herausgeber**

House of Logistics & Mobility (HOLM) GmbH

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

**Veröffentlichung** September 2016

ISBN 978-3-9818349-0-1