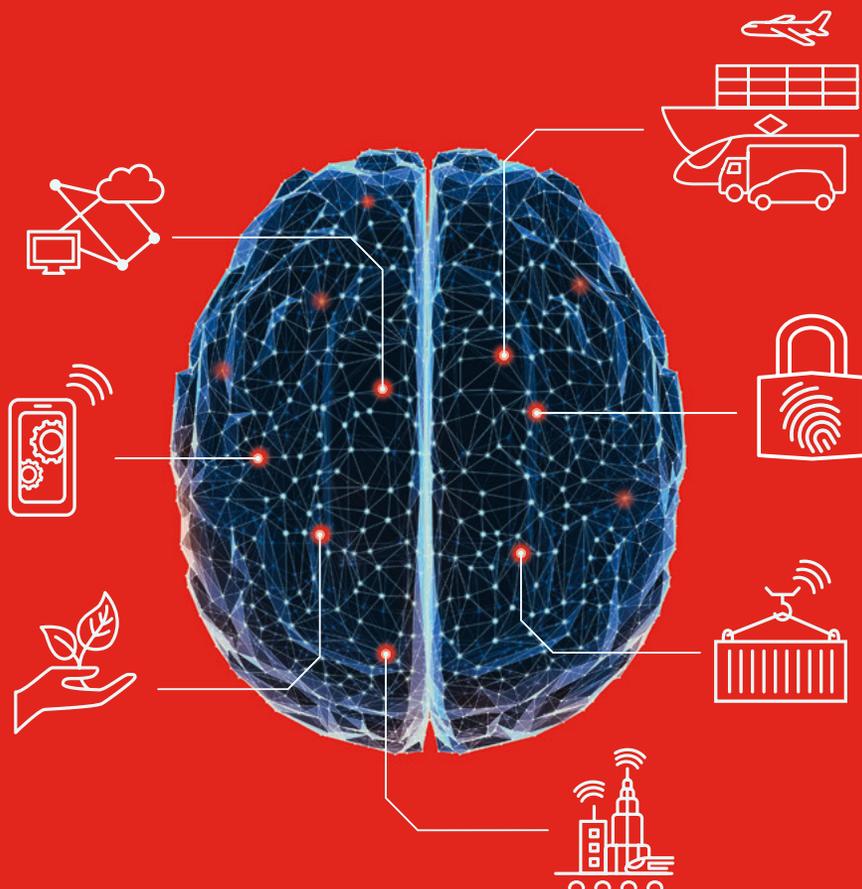


# hypermotion

## Auf dem Weg zum Digital Mobility Split

Wie die Digitalisierung unsere Verkehrssysteme verändert



White Paper

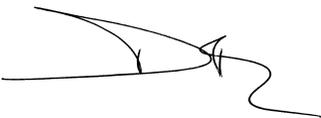
06/2018

# VORWORT

Die großen Megatrends Digitalisierung und Dekarbonisierung verändern die Mobilität und Logistik in einem rasanten Tempo. Welche Auswirkungen hat dies für die etablierten Akteure und welche Chancen ergeben sich daraus für alle Beteiligten? Wie können Logistik- und Mobilitätsketten in Smart Cities und Digital Regions individuell und intermodal gestaltet werden?

Antworten auf diese Fragen gibt die Hypermotion, die zum zweiten Mal vom 20. bis 22. November 2018 in Frankfurt stattfindet und zu der ich Sie ganz herzlich einladen möchte. Hier stehen disruptive Ideen und die intelligente Vernetzung der Verkehrssysteme im Mittelpunkt. Die Veranstaltung – ein spannender Mix aus Fachmesse, Tech-Talks, Start-up Pitches und Konferenzen – bietet zahlreiche Impulse und ist die ideale Plattform, um gemeinsam zukunftsweisende Ideen und Lösungen zu diskutieren und zu entwickeln. Hier treffen etablierte Unternehmen aus den Bereichen Mobilität, Logistik und Transport auf Mobilitätspioniere, Start-ups und junge Entrepreneure sowie Experten und Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Verbänden. Werden auch Sie Teil dieses dynamischen verkehrsträgerübergreifenden Netzwerks, um die Zukunft der Mobilität mitzugestalten.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und freue mich, Sie auf der Hypermotion vom 20. bis 22. November 2018 in Frankfurt zu begrüßen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Detlef Braun', with a long horizontal line extending to the left and a wavy line extending to the right.

Detlef Braun  
Geschäftsführer Messe Frankfurt

„Die Veranstaltung – ein spannender Mix aus Fachmesse, Tech-Talks, Start-up Pitches und Konferenzen – bietet zahlreiche Impulse und ist die ideale Plattform, um gemeinsam zukunftsweisende Ideen und Lösungen zu diskutieren und zu entwickeln.“



Wir danken den Autoren Prof. Dr.-Ing. Michael Benz, Dr.-Ing. Stefan Walter und Daniel Jonas von Benz + Walter GmbH für die Realisierung des Whitepapers.

# INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	06
<b>1 Veränderung liegt in der Luft</b>	
1.1 Mobilität und Logistik im Wandel	09
1.2 Quo vadis Logistik und Mobilität?	10
<b>2 Paradigmenwechsel durch die Digitalisierung von Mobilität und Logistik</b>	
2.1 Die dritte Digitalisierungswelle und Business 4.0	12
2.2 Von B2C zu B2Me – Kundenzentralität als oberste Maxime	14
2.2.1 Die Bedürfnisse des „digitalen Konsumenten“	14
2.2.2 Was Nutzer von der Mobilität und Logistik von morgen erwarten	15
2.3 Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit von Mobilität und Logistik	17
2.3.1 Die Herausforderung der Dekarbonisierung des Verkehrs	19
2.3.2 Die vernachlässigte Dimension „Soziales“	22
2.4 Disruption als neues „business as usual“	23
2.4.1 Wie Technologie Innovation und kontinuierliche Weiterentwicklung forciert	23
2.4.2 Was die digitale Disruption für Mobilität und Logistik bedeutet	25
2.5 Zwischenfazit: Veränderungsbedarf und Erfolgsfaktoren von Mobilität, Logistik und Verkehr der Zukunft	29
<b>3 Hypermotion Grid – Die DNA digitaler Verkehrssysteme</b>	
3.1 Connectivity	34
3.1.1 Vernetzung als Wegbereiter der digitalen Transformation	34
3.1.2 Kernthesen zu Connectivity in digitalen Verkehrssystemen	37
3.2 Monitoring & Transparency	37
3.2.1 Transparenz als Schlüssel zur digitalen Exzellenz	37
3.2.2 Kernthesen zu Monitoring & Transparency in digitalen Verkehrssystemen	39

3.3	Data Analytics & Security	39
3.3.1	Personalisierte, verlässliche und sichere Transaktionen im digitalen Ökosystem	39
3.3.2	Kernthesen zu Data Analytics & Security in digitalen Verkehrssystemen	42
3.4	Sustainability	42
3.4.1	Nachhaltige Mobilität und Logistik auf allen drei Dimensionen	42
3.4.2	Kernthesen zu Sustainability in digitalen Verkehrssystemen	44
3.5	Synchronised & Urban Logistics	44
3.5.1	Wertschöpfung synchronisiert bis ins kleinste Detail	44
3.5.2	Kernthesen zu Synchronised & Urban Logistics in digitalen Verkehrssystemen	47
3.6	Smart & Digital Regions	48
3.6.1	Nachhaltige und vernetzte Regionen	48
3.6.2	Kernthesen zu Smart Regions in digitalen Verkehrssystemen	50
3.7	Hypermodality	50
3.7.1	Fortbewegung vernetzt – über alle Verkehrsmittel hinweg	50
3.7.2	Kernthesen zu Hypermodality in digitalen Verkehrssystemen	52
<b>4</b>	<b>Hypermotion – Mobilität und Logistik im Jahr 2030</b>	
4.1	Fazit: Logistik und Mobilität im digitalen Zeitalter	54
4.2	Ausblick: Was sich zusätzlich verändern wird	56
<b>5</b>	<b>Verwendete Quellen</b>	<b>58</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>63</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>63</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>64</b>

# ZUSAMMENFASSUNG

Logistik und Mobilität stehen vor den größten und disruptivsten Veränderungen, mit denen sich der Sektor und die darin agierenden Unternehmen in den letzten Jahrzehnten auseinandersetzen mussten. Mit der Digitalisierung und der großflächigen Adoption von neuen Technologien – wie z. B. dem autonomen Fahren oder Einsatz künstlicher Intelligenz in Logistik und Mobilität – werden Markteintrittsbarrieren kontinuierlich gesenkt und Kundenerwartungen neu definiert. Der Konsument im digitalen Zeitalter ist ein *immersives* Käuferlebnis und schnelle Lieferzeiten gewöhnt. Er stellt sich also in der virtuellen Realität sein Produkt zusammen bzw. beleuchtet dieses von allen Seiten und erwartet dann die sofortige Verfügbarkeit und zuverlässige Lieferung – möglichst sofort. Er ist nicht mehr gewillt, großen Aufwand in Kaufentscheidungen zu investieren, sondern erwartet, dass Dienstleister ihm in seinem „Paradox of Choice“ helfen und genau die Angebote herausuchen, die optimal zu ihm passen. Diese *Hyperkonsum*-Einstellung überträgt sich zunehmend auch aus der Logistik auf die Mobilität. Der Markt für Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen wird hierdurch zunehmend attraktiver für neue Ideen, Start-ups und innovative Angebote. Mit einer ungewohnten Folge für die Marktteilnehmer: Etablierte Unternehmen müssen sich nicht mehr nur gegen die bekannte Konkurrenz, sondern zunehmend auch gegen bisher mobilitätsfremde Unternehmen und Querdenker bzw. Quereinsteiger durchsetzen. Das gilt nicht nur für die Automobilindustrie, sondern gerade auch für den öffentlichen Personennah- und -fernverkehr.

Mobilität, Logistik und Verkehr werden in letzter Konsequenz den Zustand der *Hypermotion* einnehmen: Alle Elemente innerhalb des Systems – wie z. B. Daten, Personen, Infrastruktur, Transportgefäße, Güter- und Finanzströme – stehen im kontinuierlichen Austausch miteinander und bewegen sich fortlaufend. Grundlage für die Bewältigung der hierdurch entstehenden neuen Komplexität wird eine Netzstruktur sein, wie sie in diesem Positionspapier als das *Hypermotion Grid* beschrieben wird. Dieses besteht aus sieben Kernelementen, welche für die Transformation von Mobilität, Logistik und Verkehr zu einem *hypermotiven* Verkehrssystem zu berücksichtigen sind. Es müssen:

- » neue Datenquellen erschlossen und Infrastruktur untereinander und mit Fahrzeugen intelligent vernetzt werden (*Connectivity*)
- » das System an sich geschlossen und Daten demokratisiert werden, um vollständige Transparenz – und damit Steuerbarkeit – zu schaffen (*Monitoring & Transparency*)
- » Entscheidungen und die Entwicklung neuer Dienste auf Grundlage von Daten getroffen werden (*Data Analytics & Security*)
- » das System nachhaltiger und umweltsensitiv gestaltet werden (*Sustainability*)

- » Logistikprozesse nicht nur weltweit in Supply Chains vernetzt, sondern auch in Stadt und Land in den Alltag der Konsumenten integriert werden (*Synchronised & Urban Logistics*)
- » begrenzte Kapazitäten in urbanen Ballungsräumen aber auch effizient genutzt und Infrastrukturen – vom Radweg bis zum funktionierenden Breitband – geschaffen werden (*Smart & Digital Regions*), und
- » alles immer und überall verkehrsträgerübergreifend zur Verfügung gestellt werden – intermodal + multi-modal + digital (*Hypermodality*)

Der Konsument steht damit im Zentrum der Aufmerksamkeit der Logistik- und Mobilitätsdienstleister – diese *Kundenzentrität* ist Voraussetzung für den nachhaltigen Markterfolg. Der Kunde entscheidet auf der Basis von Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit und abstrahiert vom statistisch nachweisbaren Modal Split der Verkehrsträger. Entscheidend für die Auswahl sowohl der persönlichen *Reisekette* als auch des bevorzugten *Bestellwegs* ist zunehmend die glaubhafte Information auf dem persönlichen Smartphone – also der *Digital Mobility Split*.

Dieses *White Paper* soll eine Vision des Logistik- und Mobilitätssektors der Zukunft aufzeigen und zur Diskussion von möglichen weiteren Zukunftsszenarien anregen. Mit der neuartigen, interaktiven *Messe Hypermotion* hat die Messe Frankfurt den notwendigen *Marktplatz und das Schaufenster für intelligente Lösungen* und *effizienten Wissenstransfer* geschaffen. Hier verschmelzen bisher teilweise strikt nach Verkehrsträgern oder Einzelthemen getrennte Communities aus Mobilität, Logistik, Verkehr, Infrastruktur und Transport zu einem *innovativen Netzwerk von Zukunftsgestaltern und Problemlösern für die intelligenten Verkehrssysteme von morgen – und übermorgen*.

Wie sich smarte Logistik und Mobilität künftig tatsächlich gestaltet, ist im Fluss und bleibt weiterhin spannend. Die *Hypermotion* bietet hier viele Möglichkeiten der Mitgestaltung. Sicher ist, dass die *digitale Disruption der Verkehrssysteme* ihr derzeitiges Momentum nicht verlieren und ein Stillstand in dieser *Transformation* nicht eintreten wird. Das geht nicht von heute auf morgen im Sinne eines sofortigen radikalen Wandels. Aber Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft – Politik, Verwaltung, Regionen, Städte und Bürger – haben die Chance, die Zukunft der Fortbewegung aktiv mitzugestalten. Auch wenn das bedeutet, dass dabei die eigene Rolle bzw. Stellung überdacht und maßgeblich verändert werden muss.

Grund genug, auch in Zeiten der Digitalisierung eine Messe zu besuchen und den Wandel persönlich aktiv zu gestalten. Und Grund genug für ein *White Paper*, das die Struktur der *Hypermotion* – sowohl der Messe als auch des dahinter liegenden Denkansatzes – explizit verdeutlicht.

1

VERÄNDERUNG  
LIEGT  
IN DER LUFT

## 1.1 Mobilität und Logistik im Wandel

Autonom fahrende Fahrzeuge, Künstliche Intelligenz und 3D-Druck – was bislang Science-Fiction-Autoren vorbehalten war, entwickelt sich allmählich zu marktfähigen Lösungen. Wir befinden uns in einer Zeit des kontinuierlichen Wandels und disruptiver Technologien, die die Art, wie Menschen untereinander sowie mit Maschinen und mit Unternehmen agieren und kommunizieren, massiv verändert. Auch Mobilität und Logistik stehen mit diesem Umschwung vor neuen Herausforderungen, die nicht mehr mit lange bewährten Methoden zu lösen sind. Das Erscheinen dieser neuen Technologien leitet eine neue Ära der Fortbewegung ein. Diese Ära wird maßgeblich dadurch charakterisiert sein, dass der derzeitige Aufbau von Logistik- und Mobilitätssystemen an das sich ändernde Konsumentenverhalten und den zunehmenden Einfluss neuer Technologien angepasst werden muss. [1] Als eines der offensichtlichsten Anzeichen für diese Übergangsphase gilt das sogenannte „Peak Car“- oder „Peak Travel“-Phänomen, das hauptsächlich in entwickelten Geografien wie Nordamerika oder Westeuropa auftritt. Das „Peak Car“-Phänomen beschreibt die in diesen Regionen stagnierende und teils rückläufige Nachfrage für das automobilen Reisen. Das Auto wird demnach nicht mehr als Allzwecklösung für die Überwindung räumlicher Distanzen wahrgenommen – monomodale Fortbewegung weicht der multimodalen. Viele Studien haben bereits die veränderte Wahrnehmung des Autos als Statussymbol bzw. als Allzweckfortbewegungsmittel untersucht und kommen oftmals zu genau diesem Schluss: Die Menschen wollen zuverlässig von A nach B – aber nicht unbedingt mit dem eigenen Auto (siehe z. B. [2–4]). Tatsache ist aber auch, dass sich dieses Phänomen bislang außerhalb von urbanen Zentren noch wenig in der Verkehrsentwicklung oder in den Verkaufszahlen der Hersteller zeigt. Dies wird oft mit fehlender ÖPNV-Kapazität oder nicht ausreichender Infrastruktur für den „Umweltverbund“ (Fuß, Rad, ÖPNV) begründet.

Gleichzeitig erlebt die Logistik eine zunehmende Beschleunigung der Lieferketten bis hin zum Endkunden. Dieser möchte immer häufiger und möglichst schnell seine bestellte Ware zugestellt bekommen – gerne auch sofort und an den aktuellen Aufenthaltsort. Eine Studie von *METAPACK* von mehr als 3.000 Konsumenten aus verschiedenen Geografien brachte hervor, dass

- » 96% der Befragten Anbieter präferieren, die einen personalisierbaren und schnellen Lieferservice offerieren. [5]
- » Unter den Befragten aus Deutschland haben 48% der Teilnehmer einen Bestellprozess schon mindestens einmal aufgrund der zu lang empfundenen Lieferzeit abgebrochen; 52% aufgrund von zu hohen Lieferkosten.

Dass solch ein Service trotz alledem etwas kosten darf, beweisen die stetig steigenden Mitgliedschaften von Premiumdiensten wie Amazons „Prime“, der eine Zustellung am nächsten Tag und in manchen Gebieten in wenigen Stunden verspricht. Hier wurde bereits die Zahl von 100 Mio. Nutzer-/Kunden-Konten überschritten.

Mobilität und Logistik müssen also diese und viele andere neue Erwartungen der Nutzer erfüllen. Vor allen anderen wird die Digitalisierung als Wegbereiter und Chance einer solchen Veränderung gesehen. Gleichzeitig wird die Digitalisierung jedoch auch gefürchtet: Mit der kontinuierlichen Senkung von Markteintrittsbarrieren und der durch den Konsumentenwandel hervorgerufenen Attraktivität des Logistik- und Mobilitätssektors, müssen sich etablierte Unternehmen zunehmend mit neuer Konkurrenz auseinandersetzen. Das autonome Fahren ist bereits jetzt schon das neue „Schlachtfeld“ im kalifornischen Silicon Valley [6], in China oder auf deutschen Testfeldern. Die Gestaltung von neuen, digitalen Mobilitätsdienstleistungen ist ebenfalls ein attraktives Gebiet, das mit hohen Marktchancen für denjenigen lockt, der den Standard setzt. Zudem hat sich allein zwischen den Jahren 2012 und 2015 die Anzahl der Logistik-Start-ups mit einer Kapitalisierung von mehr als 2,5 Mio. US-Dollar bei Gründung von 34 auf 74 verdoppelt. [7] Weltweit betrachtet wird etwa alle fünf Tage ein neues Logistik-Start-up gegründet. [7] Dadurch wächst die Gefahr, dass erfolgreiche, teils Jahrzehnte lang etablierte Geschäftsmodelle mit dem Voranschreiten der Digitalisierung überflüssig oder durch eine günstigere, ubiquitäre und digitale Lösung ersetzt werden. Auf einzelne, hochlukrative Aufgaben, Relationen oder Märkte spezialisierte Start-ups können

durch das „Cherry-Picking“ das Geschäftsmodell von logistischen „Vollsortimentern“ und Integratoren bedrohen, da die Gewinne aus dem einen Angebot nicht mehr intern die Standardlösungen in margenschwachen Märkten „subventionieren“. Gerade der Markteintritt auskömmlich finanzierter Start-ups setzt häufig betriebswirtschaftliche Axiome in Teilmärkten außer Kraft.

In der Finanzbranche sind z. B. sogenannte „Fintechs“<sup>1</sup> seit langem gefürchtet und fordern mit ihrer anderen Art und Weise, Kundenbedürfnisse zu befriedigen, etablierte Banken ständig aufs Neue heraus. Logistik- und Mobilitätsunternehmen müssen sich daher auf diese neue, digitale Konkurrenz bzw. auf die Präferenzen des digitalen Konsumenten vorbereiten, um nicht dem „digitalen Darwinismus“<sup>2</sup> zum Opfer zu fallen.

## 1.2 Quo vadis Logistik und Mobilität?

Mobilität und Logistik stehen vor einem Scheidepunkt mit derzeit noch ungeahnten Konsequenzen. Die digitale Disruption hat das Potenzial, Aufgaben, Stellen und die Relevanz von Unternehmen in diesen Märkten vollständig neu zu definieren. In diesem White Paper sollen diese Faktoren und der daraus resultierende Änderungsbedarf näher untersucht bzw. dargelegt werden, um den Unternehmen und Organisationen Hilfestellungen und Inspirationen für die Gestaltung zukünftiger Lösungen zu bieten. Dabei werden im Ergebnis Erfolgsfaktoren und Elemente für erfolgreiche digitale Verkehrs- und Logistiksysteme definiert – und später auf der Hypermotion diskutiert und gezeigt.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Elemente und Erfolgsfaktoren für zukünftige Verkehrssysteme stellen den Standpunkt bzw. die Perspektive der Autoren und *Macher der Hypermotion* auf die behandelte Thematik dar. Dieses White Paper soll dazu dienen, eine Vision des Logistik- und Mobilitätssektors der Zukunft aufzuzeigen, sowie zur Diskussion von möglichen weiteren Zukunftsszenarien anregen.<sup>3</sup>

Im Rahmen dieses White Papers werden im anschließenden Kapitel zunächst die Treiber und Wegbereiter der digitalen Disruption von Mobilität und Logistik näher analysiert und dargestellt. Das Kapitel endet mit der Definition von Erfolgsfaktoren sowie daraus resultierenden Gestaltungselementen für Verkehrssysteme im digitalen Zeitalter. Diese werden im darauffolgenden Kapitel ausführlich definiert und beschrieben. Im Anschluss daran werden Kernthesen und Potenziale genannter Erfolgsfaktoren erläutert und diskutiert, so dass diese auf andere Herausforderungen übertragen werden können. Zum Schluss werden die zentralen Erkenntnisse noch einmal zusammengefasst, um die wesentlichen Handlungsbedarfe noch einmal aufzuzeigen.

---

<sup>1</sup> „Fintechs“ ist ein Neologismus aus den Worten „Financial Services“ und „Technology“. Es beschreibt Unternehmen, die (neue) Technologien verwenden, um Finanzdienstleistungen zu verbessern

<sup>2</sup> Der Begriff „digitaler Darwinismus“ wurde von KREUTZER und LAND kreiert und beschreibt einen Zustand, in dem sich die Technologie und Gesellschaft schneller verändern, als Unternehmen es schaffen sich anzupassen. [8]

<sup>3</sup> Auf eine streng-methodische Anwendung z. B. der Szenario-Technik im Sinne einer wissenschaftlichen Ausarbeitung wurde verzichtet.

2

PARADIGMEN-  
WECHSEL  
DURCH DIE  
DIGITALISIERUNG  
VON MOBILITÄT  
UND LOGISTIK

## 2.1 Die dritte Digitalisierungswelle und Business 4.0

Das Phänomen der Digitalisierung ist weder neu noch den wesentlichen Akteuren wie Produzenten/Konsumenten, Unternehmen/Haushalten oder Wirtschaft/Wissenschaft unbekannt. Tatsächlich betreten wir bereits die dritte Welle der Digitalisierung seit dem Aufkommen bzw. der flächendeckenden Verbreitung des Computers Ende der 1980er Jahre. Die erste Welle begann mit der Kommerzialisierung des Internets, der sogenannten „Dot-Com-Ära“, in der erstmals Informationen über eine weitreichende geografische Ausbreitung einer breiten Masse an Menschen zugänglich gemacht wurden. Dies hat die Art und Weise, wie Güter und Dienstleistungen produziert und verkauft werden, zum ersten Mal massiv verändert. [9] Die zweite Digitalisierungswelle wurde mit der Entwicklung des „Web 2.0“ eingeleitet. Die Nutzung der Kompetenz vieler Individuen resultierte u. a. in einer besseren und günstigeren Art Dienste oder Informationen bereitzustellen, als es große Unternehmen im Stande waren: die Geburtsstunde von Wikipedia und Co. [9]

Mit der aktuellen Welle der Digitalisierung wird nun das dritte Stadium erreicht – und wieder ist davon auszugehen, dass sich unsere Art, wie wir Güter herstellen und vertreiben, massiv verändern wird. Zwar hatten die beiden vorhergegangenen Digitalisierungswellen drastische Implikationen auf den Geschäftsalltag, dennoch werden der aktuellen Welle die bisher tiefsten Veränderungen für eine Vielzahl von Industrien und Organisationen zugesprochen [9] – eine disruptive Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft. Besonders im verarbeiteten Gewerbe wird nunmehr die Chance gesehen, die jeweilige internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen und entscheidende Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Schienen hier die meisten Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung fast vollständig ausgeschöpft, wird nun die Digitalisierung vorrangig als neuer Hebel für die Erreichung einer neuen Effizienzstufe gesehen. [10] Unter dem Begriff „Industrie 4.0“<sup>4</sup> verfasste die deutsche Bundesregierung hierzu eine Forschungsagenda zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie im digitalen Zeitalter. Seither wird der Begriffszusatz „4.0“ in vielen Bereichen des täglichen Lebens verwendet, um die Veränderungen durch neue Technologien der derzeitigen Digitalisierungswelle hervorzuheben.

Die Digitalisierung als reines Effizienzwerkzeug zu sehen ist jedoch fatal und zeigt die unterschiedlichen Sichtweisen auf dieses Phänomen. Mit Initiativen wie der Industrie 4.0 stellt sich sehr deutlich heraus, dass die Digitalisierung in Deutschland vermehrt zur Optimierung des Ressourcenmanagements und der Kapazitätsplanung betrachtet wird (B2B-Fokus). Besonders im amerikanischen Silicon Valley hingegen wird die derzeitige Digitalisierungswelle viel mehr mit der Verbesserung des Kundenbeziehungsmanagements verbunden (B2C-Fokus). Bereits während der „Dot-Com-Ära“ und „Web 2.0“ hat sich deutlich herausgestellt, dass mit der Einführung neuer Technologien auch Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten neu gestaltet werden müssen, um weiterhin am Markt – und vor allem für seine Kunden – relevant zu bleiben. Betrachtet man die Veränderungen, die mit der derzeitigen Digitalisierungswelle verbunden werden, so ist zu erkennen, dass im Zentrum der aktuellen digitalen Transformation die effektive Nutzung von großen Datenmengen und die Verbindung von Elementen aus der digitalen und realen Welt stehen. Anders ausgedrückt: Unternehmen müssen datengetrieben und digital, also Teil des Internets der Dinge, werden. Auch dies hat einen Einfluss auf die Art und Weise wie wir uns als Personen im Individualverkehr bzw. öffentlichen Verkehr fortbewegen und Warenbewegungen überwachen und orchestrieren können.

Schätzungen zufolge werden bis zum Jahr 2020 etwa 50 Milliarden vernetzte Dinge existieren [11] (siehe Kapitel 3.1, Connectivity), die eine Vielzahl an neuen Daten produzieren und gleichzeitig zugänglich machen. Die Herausforderung für Unternehmen ist es demnach diese Daten erfolgreich zu nutzen, um Prozesse, Produkte und Entscheidungen zu verbessern bzw. neue Einnahmequellen zu generieren, um in letzter Konsequenz ihre Kunden besser zu verstehen. Hierfür sollten Daten für die Analyse aller Organisationseinheiten an einem zentralen Ort

---

<sup>4</sup> Der Zusatz 4.0 basiert auf der Annahme, dass die aktuelle Digitalisierung als Wegbereiter der vierten Industriellen Revolution (nach der Mechanisierung, Massenproduktion und Automatisierung) dienen wird.

bereitstehen, was zum aktuellen Zeitpunkt nur von wenigen Unternehmen erfolgreich umgesetzt wird. Das Potenzial einer derartigen datengetriebenen Entscheidungsfindung wurde in einer empirischen Untersuchung von *BRYNJOLFSSON* und *MCELHERAN* mit einer Produktivitätssteigerung von etwa drei Prozent nachgewiesen. [12] Nichtsdestotrotz scheint dieses Potenzial, aktuell betrachtet, von nur wenigen Unternehmen ausgenutzt zu werden. Eine Studie von *EY* fand heraus, dass 81% von 270 befragten Senior-Entscheidungssträgern zwar davon überzeugt sind, dass alle Entscheidungen zukünftig datengetrieben bzw. durch Daten unterstützt sein müssen, jedoch haben nur 31% mit einer Restrukturierung der operativen Prozesse begonnen, um solch eine Transformation zu ermöglichen. [13] Das erfolgreiche Umsetzen einer solchen Transformation setzt außerdem einen Paradigmenwechsel im Umgang mit Daten voraus. Sind Entscheidungsunterstützungssysteme und Programme bislang das Zentrum eines Prozesses, müssen vielmehr die Daten selbst in den Fokus gerückt werden. Es muss also ein Paradigmenwechsel von einer Applikationszentralität zu einer Datenzentralität stattfinden. Daten sind insoweit nicht nur das neue Öl der digitalen Gesellschaft, sondern sogar das neue „Purpur“: Waren Daten, ähnlich der Farbe Purpur im Mittelalter, früher nur für einen elitären Kreis von Mitarbeitern eines Unternehmens bestimmt, so sind diese im digitalen Zeitalter für nahezu jeden Mitarbeiter einsehbar, um dezentrale Entscheidungen und neue Umsatzpotenziale zu verwirklichen. [14]

Auch ist mit der aktuellen Digitalisierungswelle eine verstärkte „Serviceorientierung“ zu erwarten. Der Begriff „Servitisation“ wurde in den späten 1980er Jahren geformt und beschreibt den Wandel der Strategie von Unternehmen, weniger das reine Produkt an sich anzubieten, als vielmehr eine Kombination aus Produkt und Dienstleistung. [15] Unternehmen werden sich also zunehmend darauf konzentrieren Ergebnisse anzubieten, anstelle des Equipments, das dafür benötigt wird. Ist dies bei einigen Unternehmen wie z. B. dem Triebwerkshersteller Rolls Royce<sup>5</sup> bereits seit langer Zeit ein profitables Geschäftsmodell, so bietet die aktuelle Digitalisierungswelle eine Vielzahl an Möglichkeiten, dies weitreichend auf viele weitere Industrien auszuweiten. Das *WORLD ECONOMIC FORUM* sieht die Veränderung zur servifizierten Wirtschaft als einen vierstufigen Prozess, der in seiner Endausprägung, der „Outcome Economy“, in einer vollständigen Transformation zu einer reinen Bereitstellung von messbaren Ergebnissen mündet, was in der folgenden Abbildung 1 dargestellt ist. [16] Gerade der Bereich Mobilität birgt ein enormes Servitisation-Potenzial. So ist es z. B. denkbar, dass Automobilkonzerne ihren Kunden zukünftig

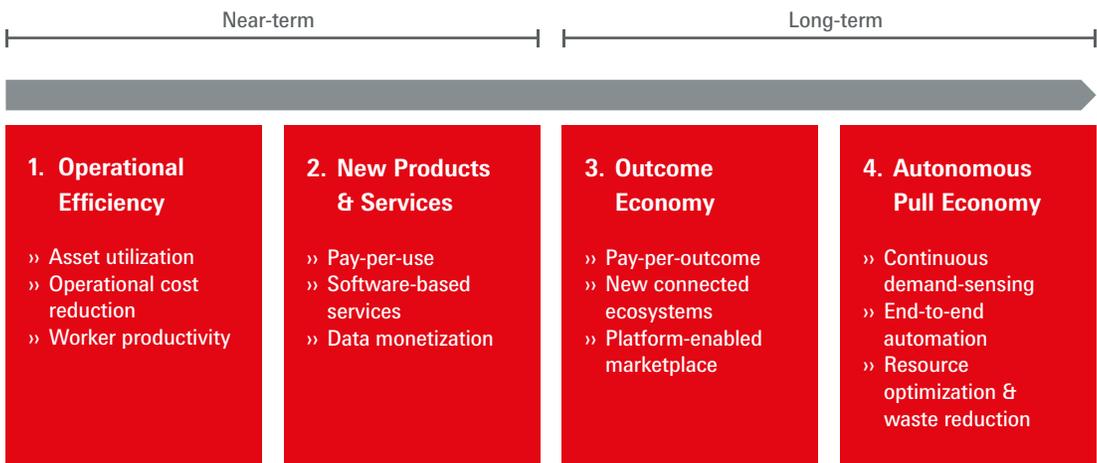


Abb. 1: Der Weg zur „Outcome Economy“; Quelle: [16]

<sup>5</sup> Das Rolls Royce „Power by the Hour“-Konzept für z. B. Flugzeugtriebwerke basiert auf einer minutengenauen Abrechnung der Betriebsstunden, die dann als Grundlage für den in Rechnung gestellten Betrag dienen. Das Triebwerk an sich wird hierbei nicht an den Nutzer verkauft.

ein bestimmtes Mobilitätsniveau oder verfügbare Fahrzeugstunden anbieten, anstelle des eigenen Fahrzeugs. Aber auch schon eine garantierte Mobilität mit dem eigenen Fahrzeug inkl. der Bereitstellung und Erledigung aller Reparaturen ist im Sinne der kurzfristigen Entwicklung (etwa Phase zwei) zur „Outcome Economy“ denkbar.

## 2.2 Von B2C zu B2Me – Kundenzentralität als oberste Maxime

### 2.2.1 Die Bedürfnisse des „digitalen Konsumenten“

Konsumentenbedürfnisse sind langfristig betrachtet nur bedingt konstant und definieren die Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen stetig neu. Sind die meisten Konsumentenbedürfnisse und -bedarfe befriedigt, entsteht subsequent ein Bedarf an neuen, hochwertigeren und/oder teureren Produkten, die dem einzelnen Konsumenten das Gefühl vermitteln, sich von dem Bedarf der Masse abzuheben. [17] Das Erkennen solcher wechselnder Erwartungen und Anforderungen ist für den Langzeiterfolg eines Unternehmens essenziell. [17] Hatten Konsumenten spätestens seit dem Umschwung von verkäuferorientierten zu käuferorientierten Märkten in den späten 1960er Jahren eine gestiegene Marktmacht und hohe Entscheidungskraft, so wächst diese mit dem Aufkommen neuer Technologien und der zunehmenden Markttransparenz ständig weiter. Gleichzeitig beeinflussen und verändern diese Technologien das Konsumentenverhalten signifikant.

Eine Vielzahl von Studien hat sich bereits mit dem Wandel des Konsumentenverhaltens im digitalen Zeitalter auseinandergesetzt. Auch wenn sich die Ergebnisse dieser Studien im Detail unterscheiden, kann das Gros der Befunde in vier Dimensionen unterteilt werden, die das Konsumentenverhalten im digitalen Zeitalter beschreiben:

- » Customisation
- » Commoditisation
- » Convenience und
- » Collaboration.

**Customisation** bzw. Individualisierung ist vor allem durch die Pluralisierung von Lebensstilen getrieben. Nach den Befunden diverser Studien (z. B. [18, 19]) weichen Individuen zunehmend stärker von klassischen Lebensmustern ab, was gleichzeitig die Nachfrage für Produkte generiert, die dem jeweiligen Lebensstil gerecht werden. Vor allem jüngere Generationen<sup>6</sup> legen vermehrt Wert auf eine Personalisierung von Produkten und Dienstleistungen, was sich – besonders in Hinsicht auf die aktuelle Digitalisierungswelle – noch stärker forcieren wird. Einer repräsentativen Studie der Unternehmensberatung *DELOITTE* von 1.560 Teilnehmern zufolge sind ca. 36% der Bevölkerung des Vereinigten Königreichs (UK) an Personalisierungsoptionen von Produkten interessiert – 20% sind sogar dazu bereit, Daten mit Unternehmen zu teilen, um mehr personalisierte Produkte zu erhalten. [20] Dabei unterscheidet sich das Bedürfnis nach Personalisierung zwar in der Art des Produkts, jedoch nicht grundlegend zwischen den Generationen. Studien für den deutschen Markt kommen zu ähnlichen Ergebnissen (z. B. [18, 19]).

Einhergehend mit dem Bedürfnis nach einer größeren Produktvielfalt geht die Dimension **Commoditisation**. Mit der Zunahme der Produktvarietät und der Reduzierung der Produktdiversität findet eine Homogenisierung von Märkten statt, in der Produkte lediglich durch ihren Preis zu unterscheiden sind. Dies spiegelt ein Paradoxon des digitalen Zeitalters wider: Während Produkte und Dienstleistungen personalisierter werden, werden die Anbieter bzw. deren Kompetenzen mit zunehmender Digitalisierung auch homogener. Das Agieren von Konsumenten in „kommodifizierten“ Märkten ist durch die zuvor beschriebenen Umstände meist deutlich opportunistischer als in

---

<sup>6</sup> Als jüngere Generationen werden im Kontext dieser Studie Personen verstanden, die ab Anfang der 1980er Jahre geboren wurden. Diese Generationen werden oft als „Digital Natives“ bezeichnet, da sie mit grundlegend neuen Technologien wie dem Internet aufgewachsen sind.

nicht-kommodifizierten. Dabei ist davon auszugehen, dass sich dies im Rahmen der Digitalisierung noch einmal verstärken wird: Es ist zunehmend zu beobachten, dass herkömmliche Methoden zur Kundenbindung im Allgemeinen graduell ihre Effektivität verlieren. [21] Die Unternehmensberatung *ACCENTURE* sieht die Erosion der Kundenloyalität durch die Digitalisierung als einen der wichtigsten Befunde ihrer Studie mit mehr als 23.600 Teilnehmern aus über 33 Ländern. [22] Demnach beziehen Konsumenten nicht nur deutlich mehr Optionen in ihren Kaufentscheidungsprozess mit ein, sondern vergleichen ebenfalls häufiger das Angebot ihres aktuellen Anbieters mit den auf dem Markt verfügbaren Leistungen. Auch die Teilnahme an Kundenbindungsprogrammen ist demnach zunehmend kurzzeitorientiert und deutlich opportunistischer, z. B. um Zusatzleistungen vergünstigt zu erhalten.

Der Bedarf nach **Convenience** wird ebenfalls massiv von der Verfügbarkeit neuer Technologien beeinflusst. Konsumenten sind weniger geneigt, Aufwand in ihre Kaufentscheidungen zu investieren. [22] Hinzu kommt das sog. „Paradox of Choice“: Die schier unendliche Fülle an Angeboten führt zu einer Verunsicherung, die richtige Auswahl getroffen zu haben, was zu einer Unzufriedenheit seitens des Entscheiders führt. [23] Folgend dem Verlangen nach Personalisierung möchte der digitale Konsument genau den Service zur Auswahl gestellt bekommen, der am besten zu ihm passt – und dies mit dem möglichst geringsten Aufwand in der Kaufentscheidung.

Dabei rückt der Nutzen eines Produkts bzw. Services oftmals stärker in den Vordergrund als der eigentliche Besitz (**Collaboration**). Die sog. „Sharing Economy“<sup>7</sup> hat in den letzten Jahren ein deutliches Wachstum erlebt. Bereits im Jahr 2013 wurde das weltweite Marktvolumen der „Sharing Economy“ auf einen Gesamtwert von 26 Milliarden US-Dollar geschätzt, was sich in den kommenden Jahren mit einem Volumen von etwa 110 Milliarden mehr als vervierfachen wird. [25] Dabei sind Wachstumsraten von ca. 25%, in einigen Wirtschaftssektoren sogar bis zu 65%, bis zum Jahr 2025 erwartet. [26] Auf verschiedensten Plattformen werden mit steigender Häufigkeit eigene, nicht genutzte Kapazitäten (z. B. Wohnraum, Sitzplätze) geteilt bzw. gegen eine Aufwandsentschädigung angeboten oder in Anspruch genommen. Darüber hinaus werden ein schneller Austausch und das Sammeln von Informationen zwischen den Nutzern ermöglicht. Auch in der Arbeitswelt finden Plattformen zunehmende Akzeptanz und schaffen vor allem für Unternehmen die Möglichkeit einer flexiblen Nutzung und Ergänzung von benötigten Kompetenzen.

Interessanterweise ist nämlich das in vorangegangenen Absätzen beschriebene veränderte Konsumentenverhalten nicht nur am Endkunden ersichtlich. Auch industrielle Kunden nehmen vermehrt Eigenschaften des Endkonsumenten an bzw. stellen gleiche Anforderungen an Service und Personalisierung wie diese. Das Phänomen des „Industrial Consumerism“ wird nach Schätzungen von *ACCENTURE* den Markt für Business-to-Business (B2B)-Produkte und Dienstleistungen bis zum Jahr 2020 massiv beeinflussen. Ähnlich wie Endkonsumenten sind B2B-Kunden deutlich informierter und verlangen ein immersiveres Erlebnis bei der Abwicklung von traditionellen Transaktionen. [27] Darüber hinaus sind ca. 80% der befragten Unternehmen davon überzeugt, dass B2B-Kunden vermehrt selbstgesteuert agieren und verstärkt Wert auf industriespezifisches Know-how der Anbieter legen [27], worin sich das Verlangen nach Customisation deutlich widerspiegelt.

### 2.2.2 Was Nutzer von der Mobilität und Logistik von morgen erwarten

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der digitale Konsument seine Erwartungen auch auf Mobilitätsdienstleistungen übertragen wird. Zu beachten ist hierbei allerdings die spezifische Stellung, die Mobilität im Alltagsleben einnimmt, was die Erwartungen an zukünftige Mobilitätsdienstleistungen bzw. -dienstleister noch einmal zusätzlich beeinflusst. Im Vergleich zu anderen Konsumbedürfnissen ist Mobilität bis auf wenige Gelegenheiten ein sekundäres Bedürfnis, das viel mehr als Mittel zum Zweck wahrgenommen wird, um ein Primärbedürfnis zu befriedigen.

<sup>7</sup> Sharing Economy ist nach TEUBNER ET AL. ein Sammelbegriff für Geschäftsmodelle, Plattformen, Communities o. Ä., die es ermöglichen, ganz oder teilweise ungenutzte Ressourcen mit anderen Personen zu teilen. [24]

gen. [28] Diese Sichtweise lässt sich ausnahmslos auf Dienstleistungen in der Logistik übertragen. Daher besteht eine der großen Herausforderungen zukünftiger Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen vor allem darin, sich in andere Alltagsaktivitäten des Konsumenten besser integrieren zu lassen. Speziell in urbanen Räumen ist festzustellen, dass sich Konsumenten deutlich häufiger multimodaler fortbewegen, sich also nicht mehr nur auf ein oder wenige ausgewählte Verkehrsmittel für bestimmte Strecken festlegen möchten. [3] Dienstleistungen von morgen müssen ihren Nutzern also maximale Flexibilität in der Auswahl von Verkehrsmitteln und Zustelloptionen bieten, ohne diese in Abhängigkeit von Besitz eines Verkehrsmittels zu stellen (**Collaboration**; „Mobility-as-a-Service“).

Entsprechend der Dimension **Customisation** müssen Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen gleich mehrere Faktoren in Betracht ziehen, um dem digitalen Konsumenten das bestmögliche Angebot zusammenstellen zu können. Neben den persönlichen Präferenzen im Sinne von Preis, Zeit und Komfort müssen ebenfalls Abneigungen gegenüber bestimmten Verkehrsmitteln bzw. deren Nutzung zu bestimmten Zeitpunkten berücksichtigt werden. Darüber hinaus erwartet der digitale Konsument Dienste, die seinem spezifischen Lebensstil entsprechen. Wie bspw. eine Studie der *DEUTSCHEN POST DHL* festgestellt hat, ist der Lebensstil, der sog. LOHAS (Lifestyle of Health and Sustainability), zwar lediglich ein Nischentrend, dennoch lässt sich eine deutliche Nachfrage an umweltbewussteren Logistikdienstleistungen erkennen. [29] Da die Personalisierung von Dienstleistungen eine nicht unerhebliche Anzahl von Daten voraussetzt, müssen Dienstleister gleichzeitig den persönlichen Grad der Involvement, den ein Individuum an seinen Dienstleister stellt, berücksichtigen. Gerade in Deutschland hat der Schutz von (personenbezogenen) Daten bzw. deren Schutz vor ungewünschter Analyse/Auswertung einen hohen Stellenwert und wird in der Gesellschaft vor allem bei älteren Generationen kritisch betrachtet.

In puncto **Commoditisation** kann davon ausgegangen werden, dass der digitale Konsument – besonders in Bezug auf Logistik und Mobilität – (weiterhin) wenig Loyalität gegenüber Dienstleistern zeigen wird. Wichtig hierbei ist die Differenzierung zwischen Unternehmen, die reine Transportkapazitäten anbieten, und jenen, die personalisierte Lösungen für ihre Kunden liefern. Auch wenn beide Arten von Dienstleistern von der Kommodifizierung betroffen sein werden, werden im digitalen Zeitalter Standarddienstleistungen wie der klassische TUL-Markt<sup>8</sup> und das Betreiben von reinen ÖPNV-Diensten noch stärker kommodifiziert sein. Durch eine verbesserte Schnittstellenintegration und Standards werden jedoch auch Logistikdienstleister durch das zunehmende Zusammenwachsen von Kernkompetenzen durch das Phänomen Digitalisierung betroffen sein. Ähnlich verhält es sich bei den Mobilitätsunternehmen – hier werden die Alleinstellungsmerkmale durch die Digitalisierung zunehmend verschwimmen.

Auch die bisherige Vorzeigebbranche der Automobilhersteller spürt bereits heute erste Anzeichen der Kommodifizierung, die mit der Transformation des Autos zu einem „Mobility Device“ noch deutlich zunehmen wird. Somit wird die Relevanz des anbietenden Dienstleisters verstärkt sekundär. Viel wichtiger ist die Qualität der Dienstleistung, die auf den Anforderungen des Nutzers basiert bzw. abgestimmt sein muss [30].

Der Faktor **Convenience** beeinflusst gleich mehrere Bereiche einer Dienstleistung. Zum einen müssen die Suche, Buchung und Bezahlung von Dienstleistungen einfach und an einem zentralen Ort wie z. B. einer App durchführbar sein. Darüber hinaus ist es wichtig, etwaige Verkehrsmittelwechsel so aufeinander abzustimmen, dass diese nahtlos ineinander übergehen. Gerade die sog. erste und letzte Meile<sup>9</sup> stellen aktuell eine große Hürde für die Steigerung der Attraktivität des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) gegenüber anderen Verkehrsmitteln dar. [31] In Bezug auf den Integrationsaspekt in die Alltagsaktivitäten des Nutzers ist eine Einbindung von Entertainment- und Location-Based-Services denkbar. In einer Studie der *MESSE FRANKFURT* und des Logistik Instituts *SCM@ISM* an der International School of Management in Frankfurt am Main sprachen sich 47 % der

<sup>8</sup> Unter dem TUL-Markt werden die klassischen logistischen Tätigkeiten des Transports, Umschlags und der Lagerung zusammengefasst.

<sup>9</sup> Die erste und letzte Meile im ÖPNV bezeichnet die Strecke vom Startpunkt des Nutzers zum ersten Zugangspunkt (z. B. einer Haltestelle) bzw. den Weg vom letzten Zugangspunkt des ÖPNV zur eigentlichen Destination des Nutzers.

486 Teilnehmer positiv gegenüber Funktionen aus, die z. B. Musik- oder Filmvorschläge entsprechend der Fahrtlänge anbieten [30]. Auch die Einbindung von Sehenswürdigkeiten und anderen interessanten Orten, die sich auf der Route oder in der Nähe des Zielorts befinden, sind für 46% der Befragten durchaus interessant. Ebenso besonders hohe Erwartungen werden an Logistikkdienstleistungen in Bezug auf den Faktor Convenience gestellt werden: Immer kleiner werdende Bestellungen, die oftmals personalisierte Bestandteile enthalten, sollen möglichst schnell zugestellt werden.

## 2.3 Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit von Mobilität und Logistik

Erste Versuche der Entwicklung eines Konzepts der Nachhaltigkeit können bereits auf Gesetzgebungen der deutschen Forstwirtschaft des 18. Jahrhunderts zurückgeführt werden. Das im Jahr 1713 veröffentlichte Werk „*Sylvicultura Oeconomica*“ von Hans Carl von Carlowitz beschreibt ein Konzept, welches auf dem Prinzip basiert, nur so viele Bäume zu roden, wie auch wieder nachwachsen konnten, um den Bestand fortlaufend zu sichern. [32, 33] Trotz der langen Bekanntheit eines solchen Ansatzes ist das Verständnis von Nachhaltigkeit auch heute nicht eindeutig definiert und findet in der Praxis eine stark unterschiedlich ausgeprägte Anwendung. Bei dem Versuch einer Modellierung eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitskonzepts haben sich im Laufe der Zeit jedoch schwerpunktmäßig drei Themenfelder bzw. Dimensionen herauskristallisiert, die heute vorrangig mit dem Begriff Nachhaltigkeit in Verbindung gebracht werden: [33, 34]

- » Ökonomie, z. B. die effiziente Nutzung von (endlichen) Ressourcen und der Nachweis, mehr Wert generiert als vernichtet zu haben
- » Ökologie, z. B. der Erhalt der Biodiversität sowie Reduzierung von Umweltrisiken durch Emissions- und Müllreduzierung, und
- » Soziales, z. B. die Schaffung von humanen und sicheren Arbeitsplätzen, Beiträge zum Erhalt des sozialen Friedens sowie Einhaltung von ILO-Richtlinien<sup>10</sup> zur Kinderarbeit und sozialen Mindeststandards.

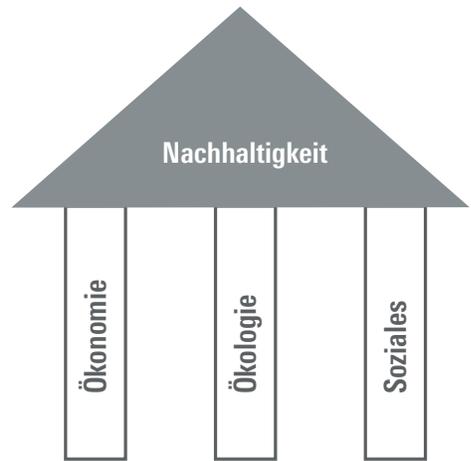
Demnach ist Nachhaltigkeit nur dann gegeben, wenn allen drei Dimensionen gleiche Beachtung geschenkt wird. *ELKINGTON* bspw. sieht in seinem „Three Bottom Line“-Ansatz Nachhaltigkeit ausschließlich in der Intersektion jener drei Dimensionen. [35]

Das im deutschsprachigen Raum bekannteste Modell eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitsansatzes ist das Drei-Säulen-Modell, welches auf dem Nachhaltigkeitsdreieck der deutschen Bundesregierung basiert und die drei Dimensionen als Stützpfiler der Nachhaltigkeit darstellt. [34] Gerade diese Parallelität der drei Nachhaltigkeitssäulen führt in der Praxis jedoch oftmals dazu, dass dimensionenspezifische Ziele gegeneinander ausgespielt werden, um Erfolge ohne großen Aufwand zu erzielen. [33] Gerade die Vermeidung klimarelevanter Treibhausgase durch die Einsparung von Treibstoffen ist ein häufiges Beispiel für Mobilitäts- und Logistikunternehmen. Zudem werden hierdurch Gewinne oftmals privatisiert, während die Kosten der Umweltbelastung gleichzeitig sozialisiert werden. Auf Basis dieses Kritikpunktes entwickelte *STAHLMANN* das zuvor angesprochene Säulen-Modell zu einer gewichteten Variante weiter, welches den Schutz natürlicher Ressourcen bzw. die Bekämpfung des Klimawandels – also die Sicherung des ökologischen Gleichgewichts – als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung sieht. Abbildung 2 stellt eine Auswahl von Darstellungen ganzheitlicher Nachhaltigkeitskonzepte gegenüber.

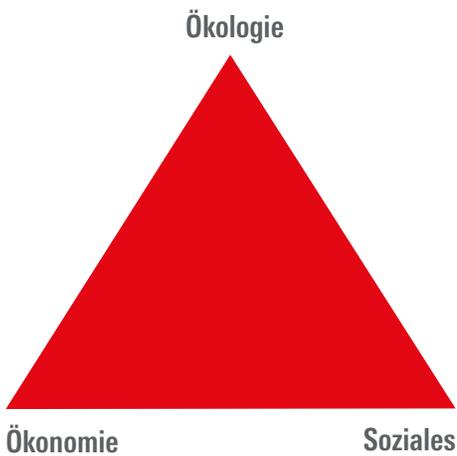
<sup>10</sup> Die ILO-Richtlinien sind ein von der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) herausgegebener Standard, der menschenwürdige Arbeitsbedingungen und -sicherheit (z. B. die Vermeidung von Zwangsarbeit oder Diskriminierung) gewährleisten soll.



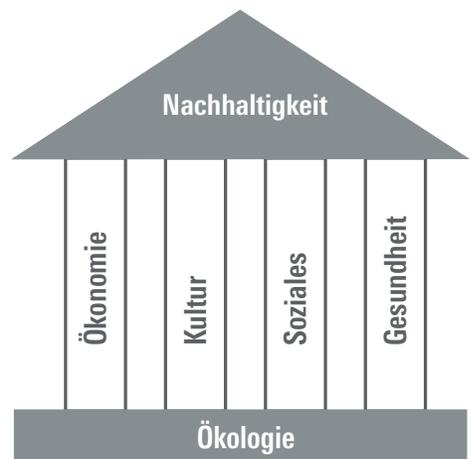
Der Triple-Bottom-Line-Ansatz nach ELKINGTON



Das Drei-Säulen-Modell



Das Nachhaltigkeitsdreieck der Bundesregierung



Das gewichtete Säulen-Modell nach STAHLMANN

Abb. 2: Nachhaltigkeitskonzepte im Vergleich

Unter dem Gesichtspunkt zukünftiger Verkehrssysteme, und unter Berücksichtigung der in vorherigen Absätzen angebrachten Kritik scheint eine Verwendung des gewichteten Säulen-Modells als Referenzmodell für eine nachhaltige Entwicklung unserer Verkehrssysteme als äußerst sinnvoll. Durch den signifikanten Anteil des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen der jährlich emittierten Treibhausgase und Luftbelastungen – und somit dem Anteil an der Destabilisierung des ökologischen Gleichgewichts – ist eine Eindämmung dieser negativen Effekte von essentieller Bedeutung und Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung von Verkehr, Mobilität und Logistik. Es muss also zunächst die Dekarbonisierung, Luftreinhaltung bzw. Stabilisierung des ökologischen Gleichgewichts sichergestellt werden, bevor die weiteren Nachhaltigkeitssäulen ihre volle Wirkung entfalten können.

### 2.3.1 Die Herausforderung der Dekarbonisierung des Verkehrs

Umweltschutz und die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts haben seit jeher eine Schlüsselrolle in der Gesetzgebung der Bundesrepublik Deutschland eingenommen. So sind in Artikel 20a des deutschen Grundgesetzes der Schutz der Umwelt und das Streben nach einer nachhaltigen Entwicklung fest verankert. Zudem verpflichtet sich Deutschland durch die Teilnahme an internationalen Klimaschutzinitiativen und -konventionen zu einer quantifizierbaren Reduktion klimaverändernder Treibhausgase wie z. B. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Das 1997 unterzeichnete und in 2005 in Kraft getretene „Kyoto Protokoll“ verpflichtet alle teilnehmenden Industriestaaten in einem Zwei-Phasen-Vorgehen, und in Abhängigkeit zu ihrem wirtschaftlichen Entwicklungsstand, zu einer verbindlichen und quantifizierten Emissionsreduzierung. Für die erste „Verpflichtungsphase“ zwischen 2008 und 2012 verpflichtete sich Deutschland zu einer Reduzierung von Treibhausgasen in Höhe von 20 % gegenüber dem Referenzjahr 1990, was erreicht und sogar übertroffen wurde. [36] Für die zweite Periode zwischen 2013 und 2020 ist erneut eine Reduktion von 20 % vorgesehen. Die Erreichbarkeit wird jedoch mittlerweile auch von der Bundesregierung offen bezweifelt.

Noch einmal bestärkt wurden diese Ambitionen durch das Inkrafttreten des sog. „Pariser Abkommens“, das im Dezember 2015 auf der 21. UNFCCC<sup>11</sup>-Klimakonferenz beschlossen wurde. Dieses stellt einen völkerrechtlich verbindlichen Klimavertrag zwischen allen Vertragsstaaten zur Emissionsreduzierung dar und wurde bereits von 196 Mitgliedsstaaten der UNFCCC angenommen sowie von 175 Ländern im April 2016 unterschrieben. [37] Ziel des Abkommens ist die Schaffung einer Obergrenze der Erderwärmung von maximal 2 °C gegenüber des vorindustriellen Niveaus, wobei eine Reduzierung auf maximal 1,5 °C von allen Vertragsparteien angestrebt werden soll. [37] Zudem wurde die Treibhausgasneutralität zwischen 2050 und 2100 beschlossen, was eine vollständige Ablösung von fossilen Brennstoffen bedeuten würde. Um die Erreichung dieser Ziele sicherzustellen, verpflichteten sich darüber hinaus alle Industrieländer dazu, Entwicklungsländer bei der Erreichung ihrer individuellen Klimaziele zu unterstützen. [37]

Trotz aller zuvor genannten Bestrebungen und der Operationalisierung von Emissionsreduzierungsmaßnahmen seitens der jeweiligen Staaten scheinen diese zum aktuellen Zeitpunkt nicht ausreichend, um die Erderwärmung auf das Ausmaß von 2 °C zu begrenzen. Nach neueren Analysen und Hochrechnungen reichen die aktuellen individuellen Selbstverpflichtungen gerade zu einer Begrenzung auf maximal 3 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau aus. [38] Eine Betrachtung der realen Emissionsentwicklung würde derzeit bei einer Fortsetzung des Status quo eine Erhöhung des Wertes auf 4 °C oder mehr bedeuten. [38] Die Folgen dieses Temperaturanstiegs sind u. a. ein erhöhtes Risiko von Extremwetterereignissen, die sowohl ökonomisches, ökologisches als auch soziales Kapital gefährden. Deutschland gehört bereits jetzt zu den Ländern, die stark von solchen Wetterextremen betroffen sind. Die Bundesrepublik rangiert weltweit auf Platz 20 der zwischen 1994 und 2014 am häu-

<sup>11</sup> Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) ist ein internationales Klimaabkommen mit dem Ziel, durch den Menschen verursachte Störungen des Klimasystems zu verhindern. Das Abkommen ist derzeit von etwa 195 Staaten ratifiziert.

figsten von Wetterextremen betroffenen Ländern. [37] Wissenschaftliche Prognosen gehen allein für Deutschland von jährlichen Kosten – verursacht durch den Klimawandel – zwischen acht und 21 Milliarden Euro bis zum Jahr 2050 aus. [39] Somit ist eine Verschärfung von Maßnahmen des Klimaschutzes unumgänglich und äußerst wahrscheinlich.

Besonders der Verkehrssektor hat bislang wenig zur Erreichung der Klimaziele beigetragen. Zwischen 1990 und 2012 wurden hier Treibhausgasemissionen um gerade einmal 5,2% gesenkt. [40] Unter Einbezug des internationalen Luft- und Seeverkehrs stiegen diese sogar um 2,5%. [40] Allein die 15 größten Schiffe der Welt stoßen pro Jahr etwa so viele Schadstoffe wie 750 Mio. Autos aus. Für die Zukunft sieht das Gros der Prognosen darüber hinaus keine Abnahmen des Verkehrsvolumens voraus. [41] Mit ca. 20% Anteil an allen emittierten klimarelevanten Treibhausgasen [41] muss sich dies signifikant ändern, besonders unter Einbezug der Emissionen, die auf den Privatverbrauch in diesem Sektor anfallen. Nach Angaben des *UMWELTBUNDESAMTES* lassen sich ca. 24% aller Emissionen des privaten Konsums auf Mobilitätsaktivitäten zurückführen, von denen ca. 75% auf den motorisierten Individualverkehr (MIV) fallen. [42] Es ist daher wenig überraschend, dass der Verkehrssektor einer der Hauptansatzpunkte zur Erreichung der festgelegten Klimaziele Deutschlands ist. Neben der Verordnung von strikteren Grenzwerten für Fahrzeuge für den Ausstoß von CO<sub>2</sub> und der Erhöhung der Grenzwerte für die Luftbelastung in Innen-

Verkehrsvermeidung	Erhöhung der Energie- bzw. Fahrzeugeffizienz
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Attraktivitätssteigerung regionaler Ziele</li> <li>» Reform der Entfernungspauschale</li> <li>» Differenzierung von Grundstückspreisen</li> <li>» Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung</li> <li>» Besteuerung des Luftverkehrs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Abgastests (Pkw und Lkw)</li> <li>» Modernisierung der Binnenschifflotte</li> <li>» Fahrzeugvorschriften (Pkw und Lkw)</li> <li>» Ratgeber effiziente Fahrzeuge</li> <li>» Kfz-Steuern</li> <li>» Flottengrenzwerte</li> <li>» Tempolimits</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Erhöhung/Anpassung Kraftstoffsteuer</li> <li>» Emissionshandel (Straße)</li> <li>» Reform der Dienstwagenbesteuerung</li> <li>» Weiterentwicklung der Lkw-Maut</li> <li>» Labeling</li> <li>» Zugangsbeschränkungen (Straße)</li> <li>» Subventionierung und Förderung</li> <li>» Förderung von F&amp;E sowie Demonstrations- und Pilotvorhaben</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Parkraumbewirtschaftung</li> <li>» Pkw-Maut, City-Maut</li> <li>» Ausbau/Verbesserung von ÖV und Schienennetz</li> <li>» Verknappung von Parkraum in Innenstädten</li> <li>» Information zu Verkehrsangeboten (Mobilitätsmanagement)</li> <li>» Infrastrukturmaßnahmen Fahrrad</li> <li>» Luftverkehrskonzept</li> <li>» Investitionen in Wasserstraßen</li> <li>» Verpflichtender Gütertransport über die Schiene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Modernisierung und Umstellung von Fuhrparks</li> <li>» Ausbau der Lade-/Tankinfrastruktur für alternative Kraftstoffe</li> <li>» Weiterentwicklung der Treibhausgasquote (Biokraftstoffe)</li> </ul>
Verkehrsverlagerung auf Fuß/Rad/Schiene/Öffentlicher Verkehr	Einsatz klimafreundlicher Antriebstechnologien bzw. Kraftstoffe

Abb. 3: Regulierungsinstrumente zur Erreichung der Klimaziele; Quelle: [41]

städten müssen bis zum Jahr 2020 10% des Energiebedarfs im Verkehr aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. [41] Und in der Folge des Dieselskandals beschäftigen Klagen zur Einhaltung von NO<sub>2</sub>-Grenzwerten und Masterpläne zur Erreichung nachhaltiger urbaner Mobilität Gerichte und Städte, die von einer Grenzwertüberschreitung betroffen sind. Das Sofortprogramm „Saubere Luft“ der Bundesregierung soll zukünftig die Verkehrs- und Mobilitätswende bis zum Jahr 2020 verstärken. Andernfalls drohen Dieselfahrverbote in deutschen Innenstädten.

Zur Erreichung dieses und der anderen Klima- und Umweltziele des Verkehrssektors ist der Einsatz von diversen Regulierungsinstrumenten wahrscheinlich, die in Abbildung 3 dargestellt sind.

Abbildung 3 zeigt, dass sich relevante Regulierungsinstrumente in vier Wirkungsbereiche unterteilen lassen: Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Erhöhung der Energie- und Fahrzeugeffizienz sowie den Einsatz klima- und umweltfreundlicher Antriebstechnologien bzw. Kraftstoffe. Auf dieser Basis können potenzielle Maßnahmen zur Reduzierung des Einflusses des Verkehrssektors bzw. des Logistik- und Mobilitätsmarkts auf die Destabilisierung des ökologischen Gleichgewichts abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass einige Maßnahmen sich der Wirkungsbereiche mehrerer Regulierungsinstrumente bedienen können und sowohl private als auch unternehmerische Akteure des Verkehrssektors ansprechen.

Da der Preis einer der wirksamsten Hebel zur Steuerung des Nutzerverhaltens ist, ist anzunehmen, dass viele der zuvor beschriebenen Maßnahmen auf die Mehrbelastung des persönlichen Mobilitätsbudgets bzw. auf die Steigerung der Kosten zur Bereitstellung von Transportdienstleistungen abzielen. So ist es bspw. denkbar, dass ein sog. „Congestion Charging“, also eine variable Gebühr für die Nutzung innerstädtischer Infrastruktur in Abhängigkeit deren Belastungsgrads, eingeführt wird. Eine solche Abgabe wird seit 2003 in der britischen Hauptstadt London erhoben und hat nach Einführung eine Reduzierung des Verkehrs von ca. 20% herbeigeführt. [43] Darüber hinaus ist die Kopplung einer solchen Gebühr an die Auslastung des genutzten Fahrzeugs durchaus möglich, was sowohl eine Verkehrsverlagerungs- als auch Verkehrsvermeidungswirkung haben könnte und somit auch als Chance für Alternativen wie z. B. den ÖPNV oder Radverkehr gesehen werden kann. Auch eine Erhöhung des Steuersatzes auf fossile Kraftstoffe oder eine Einführung des bereits im Luftverkehr angewandten Emissionshandels sind nicht ausgeschlossen.

Aus anderen europäischen Ländern sind einige Beispiele bekannt, in denen die innerstädtische Infrastruktur – insbesondere Parkmöglichkeiten oder Fahrspuren – bewusst verknappt wird, um einen Anstoß für die Nutzung anderer Verkehrsmodi zu setzen. In Paris soll z. B. der bereits über den Sommer 2017 vier Wochen lang gesperrte, drei Kilometer lange Straßenabschnitt zwischen dem Place de la Concorde und dem Rathaus künftig ganzjährig gesperrt werden. [44] Der tägliche Durchgangsverkehr liegt auf dieser Strecke bei etwa 43.000 Fahrzeugen pro Tag.

Besonders zur Verbesserung der Luftqualität in Innenstädten ist eine Ausweitung der bereits in vielen deutschen Städten eingeführten Umweltzonen denkbar. Dies erhöht die Mobilitätskosten indirekt durch die graduelle Absenkung von Grenzwerten und somit einer zwangsläufigen Modernisierung von Fuhrparks. Hinzu kommen allgemeine Fahrverbote für bestimmte Fahrzeuge. Bis zum Jahr 2025 soll bspw. in den Städten Madrid, Paris und Athen ein Generalverbot für Dieselfahrzeuge in innerstädtischen Gebieten etabliert werden. [45] Die Regierung der norwegischen Hauptstadt Oslo erwägt sogar ein Verbot ab 2019 für alle Fahrzeuge im innerstädtischen Gebiet, die nicht zu 100% schadstoffemissionsfrei sind. [46] Auch Hamburg, als erste deutsche Stadt, möchte ein Teilverbot für Dieselfahrzeuge einführen. [45] Erste streckenbezogene Sperrungen wurden bereits umgesetzt. Dass andere Städte diesem Beispiel folgen werden, ist letzten Endes eine Frage der Zeit, da die gemessene Schadstoffbelastung in deutschen Innenstädten oftmals den von der Europäischen Union (EU) festgelegten Grenzwert langfristig überschreitet. Laut des *UMWELTBUNDESAMTS* lagen im Jahr 2016 57% der registrierten Messstationen über dem festgelegten Grenzwert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). [47] Ein Handlungsbedarf seitens der Kommunen ist daher unbestreitbar. Verstärkt wird dieser Handlungsbedarf durch Nichtregierungsorganisationen (NGO) wie z. B. die Deutsche Umwelthilfe (DUH), die bereits 2015 wegen Verstoß bzw. die Nichteinhaltung der Normwerte in elf deutschen Großstädten Klage gegen mehrere für die Luftreinhalteplanung zuständige Bundesländer eingereicht hat [48] und in der Folge des Bundesverwaltungsgerichtsurteils vom Februar 2018 diese weiter ausweitet.

Die vorangegangenen Absätze verdeutlichen vor allem eines: Die Forcierung der Dekarbonisierung des Verkehrs nimmt rasant und stetig zu. Mag dies bereits heute als herausfordernd einzustufen sein, so zeigt ein Blick in die nähere Zukunft eine weitere Dramatisierung der aktuellen Situation. Nach Schätzungen der *VEREINTEN NATIONEN (UN)* leben heute etwa 54 % der Weltbevölkerung und 75 % der Einwohner Deutschlands in urbanen Räumen. [49] Dieser Anteil wird sich bis zum Jahr 2030 auf 66 % bzw. 83 % erhöhen. [49] In Kombination mit dem ansteigenden Bevölkerungswachstum ist daher von einer deutlichen Mehrbelastung der urbanen Infrastruktur auszugehen. Dies bedeutet nicht nur eine Häufung von Staus, sondern ebenfalls eine Zunahme von verkehrsbedingten Ungütern wie z. B. gesteigener Lärmbelastigung, erhöhter Unfallgefahr und einem Anstieg klimarelevanter Treibhausgase. Besonders bei einer Geschwindigkeit von unter 20 km/h kann ein drastischer Anstieg der durch Fahrzeuge emittierten CO<sub>2</sub>-Menge beobachtet werden [50], was somit die Dekarbonisierung des Verkehrs nochmals erschweren wird. Und die Diesel-getriebenen Lieferfahrzeuge der Logistik-Dienstleister, die den Verkehr in Innenstädten häufig behindern, haben daran einen nicht zu leugnenden Anteil. Dies ist einer der Gründe dafür, dass die von Dieselfahrverboten bedrohten Städte den Bereich der urbanen Logistik in den Fokus nehmen und regulatorischen Einfluss auf die weitere Entwicklung nehmen werden.

### 2.3.2 Die vernachlässigte Dimension „Soziales“

Im Vergleich zu den anderen beiden Nachhaltigkeitsdimensionen Ökonomie und Ökologie erfährt die soziale Dimension oft weniger Beachtung. Dennoch ist diese für die Gestaltung von zukünftigen Verkehrssystemen bzw. für die Zukunft der Mobilität von großer Bedeutung. Die sich aktuell abzeichnenden Veränderungen soziokulturellen Ursprungs haben einen signifikanten Einfluss auf die zukünftige Gestaltung von nachhaltigen Verkehrssystemen. Vor allem zwei Trends sind hierbei hervorzuheben: das zunehmende Durchschnittsalter und die Globalisierung bzw. Migration.

Nach Prognosen der *UN* wird das Median-Alter der Weltbevölkerung in 2030 bei etwa 33,1 Jahren liegen, wohingegen in Deutschland das Alter bereits auf 48,6 ansteigen wird. [51] Somit wird die Hälfte der Bevölkerung Deutschlands in etwa 13 Jahren mehr als 50 % älter als ein Großteil der Weltbevölkerung sein. Der Trend einer alternden Bevölkerung hat erhebliche Auswirkungen auf die Gestaltung zukünftiger Verkehrssysteme und deren darin angebotene Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen. Der Zugang zu Bahnhöfen muss bspw. im Sinne eines „Universal Design“ noch barrierefreier gestaltet werden – die Buchung und Bezahlung einfach und für jeden verständlich gestaltet sein. Darüber hinaus stellt der demografische Wandel Anforderungen an die Dienstleistung selbst. Im Jahr 2014 lebten bspw. innerhalb der EU ca. 32 % der über 65-Jährigen allein. [52] Daher kann davon ausgegangen werden, dass diese Bevölkerungsgruppe mit zunehmendem Alter durchaus andere Bedürfnisse zur Erhaltung des persönlichen Mobilitätsniveaus stellen. Mobilitätsdienstleister und Infrastrukturunternehmen müssen dies bei der Gestaltung neuer Dienste berücksichtigen, um eine soziale Inklusion wie gesetzlich vorgeschrieben zu ermöglichen. Als weiteres Geschäftsfeld können Logistikdienstleistungen die Versorgung dieser Bevölkerungsgruppe, z. B. in Form von Einkaufsdiensten, sicherstellen. Gleichzeitig prognostiziert eine Vielzahl an Studien besonders in der westlichen Welt eine deutliche Zunahme der Altersarmut. Eine repräsentative Studie des *DIW* und des *ZEW* von mehr als 12.000 Haushalten geht davon aus, dass bis zum Jahr 2036 etwa 20 % der über 65-Jährigen in Deutschland von Altersarmut betroffen sein werden. [53] Deshalb ist gleichzeitig die Bezahlbarkeit von zukünftigen Mobilitätsdiensten sicherzustellen. Durch die fortschreitende Globalisierung und andere geopolitische Ereignisse wie z. B. Kriege wird die Weltbevölkerung immer enger verzahnt: Nutzer von Mobilitätsdienstleistungen werden internationaler. Diese Nutzergruppe stellt wiederum andere Bedürfnisse an die Dienstleistungen und ihre Anbieter, um Sprachbarrieren zu überwinden und sich in fremden Verkehrssystemen zurechtzufinden.

Um die gestiegenen Anforderungen an ein sozial nachhaltiges Verkehrs- und Mobilitätssystem von morgen gewährleisten zu können, ist die verstärkte Nutzung des o. g. „Universal Design“-Ansatzes durchaus wahrscheinlich. Universal Design beschreibt die Gestaltung von Gegenständen und Dienstleistungen in der Weise, dass jeder potenzielle Nutzer, ungeachtet seiner individuellen Einschränkungen, diese auch tatsächlich nutzen kann. Dies

umfasst sowohl physische Einschränkungen, wie z. B. körperliche Behinderungen, als auch Wissens Einschränkungen wie bspw. mangelnde Sprach- oder Ortskenntnisse. Die bereits erwähnte Studie der *MESSE FRANKFURT* und *SCM@ISM* untersuchte ebenfalls die Attraktivität eines solchen Ansatzes für die Gestaltung von Mobilitätsdienstleistungen. Dabei äußerten sich ca. 70% der 486 befragten Konsumenten positiv über eine solche Funktionalität. [30]

## 2.4 Disruption als neues „business as usual“

### 2.4.1 Wie Technologie Innovation und kontinuierliche Weiterentwicklung forciert

Das erfolgreiche Führen von Unternehmen ist seit jeher mit der Anpassung an sich drastisch ändernde, meist äußere Umstände – Disruptionen – verbunden. So gingen beispielsweise allein seit dem Jahr 2000 52% der damaligen Fortune 500 Unternehmen insolvent, wurden von Mitbewerbern übernommen oder haben aufgehört zu existieren. [54] Ebenfalls verkürzte sich die durchschnittliche Verweilzeit im Standard & Poor's 500 Index drastisch von 61 Jahren in 1958 auf 25 Jahre in 1980, zu gerade einmal 18 Jahren im Jahr 2001. [54] Nichtsdestotrotz ist zu beobachten, dass diese unternehmerische Anpassungsfähigkeit immer häufiger und mit noch zunehmender Geschwindigkeit gefordert wird. Katalysiert durch die zunehmende Digitalisierung stehen Unternehmen immer schneller vor der Herausforderung sich selbst und ihre Produkte bzw. Dienstleistungen neu zu erfinden. Im Vergleich zur herkömmlichen, traditionellen Marktdynamik weist diese Welle der digitalen Disruption jedoch zwei wesentliche Unterschiede auf: Zum einen nimmt die Geschwindigkeit der Veränderung signifikant zu und zum anderen erodieren immer größere Anteile des einstigen Wettbewerbsvorteils der betroffenen Marktteilnehmer. [55] Einer industrieübergreifenden Umfrage von *OXFORD ECONOMICS* und *HP* zufolge empfinden Unternehmen den bereits stark angestiegenen Innovationsdruck als weiterhin zunehmend. [56] Dementsprechend planen 49% der 300 befragten Entscheidungsträger ihre „Time to Value“, also den Produktentwicklungs- und Einführungsprozess, bis 2018 deutlich zu beschleunigen, um auch weiterhin in ihrem Markt relevant zu bleiben. Interessanterweise sehen die befragten Unternehmen die Gefahr einer Marktverdrängung durch etablierte Unternehmen viel größer an als durch ein in den Markt eindringendes Start-up-Unternehmen.

Zweifelsohne trägt der technologische Fortschritt maßgeblich zu dieser Entwicklung bei. Auch wenn Innovationen per Definition nicht vorhersehbar sind bzw. erwartet werden [57], ist die Einführung neuer Produkte und Dienstleistungen eng mit der Entwicklung und (gestiegenen) Verfügbarkeit neuartiger Technologien verbunden. [58] Dies hängt damit zusammen, dass Innovationen in vielen Fällen auf der kommerziellen Nutzung neuer Technologien bzw. der Verpackung einer neuen Technologie in ein profitables Geschäftsmodell beruhen. Die Lebenszyklen von Innovationen – sowohl technischer als auch unternehmerischer Natur – lassen sich deshalb am besten mit dem S-Kurven-Modell nach *FOSTER* erklären. Das Modell basiert auf dem von Arthur D. Little entwickelten Technologie-Lebenszyklus und beschreibt, wie anfangs teilweise unterlegene Technologien sich langfristig, durch die Erreichung der Leistungsgrenzen etablierter Technologien, durchsetzen. Somit stellt das Modell einen Versuch dar, die Herkunft und Evolution radikaler bzw. disruptiver Innovationen zu beschreiben. [59]

Wie in Abbildung 4 zu sehen, sind (technologische) Innovationen zu Beginn des Lebenszyklus wenig leistungsstark und erfordern weiteren Entwicklungsaufwand. Zudem ist die Akzeptanz- und Adoptionsrate zu diesem Zeitpunkt relativ gering. Nach einer Phase des kontinuierlichen Wachstums von sowohl der Leistungsfähigkeit als auch der Adoptionsrate am Markt, erreichen diese dann ihren maximalen Reifegrad, bevor die Leistungsfähigkeit stagniert und letztendlich abnimmt. Die Abnahme der Leistungsfähigkeit geht mit der Entwicklung und Einführung neuer Technologien einher, die – in archetypischer Darstellung – in etwa kurz vor dem Erreichen der maximalen Leistungsfähigkeit der etablierten Technologie stattfindet. Idealerweise erkennt ein Unternehmen den Reifegrad seiner genutzten Technologien und vollzieht den rechtzeitigen Wechsel zur neuen, leistungsfähigeren Alternative.

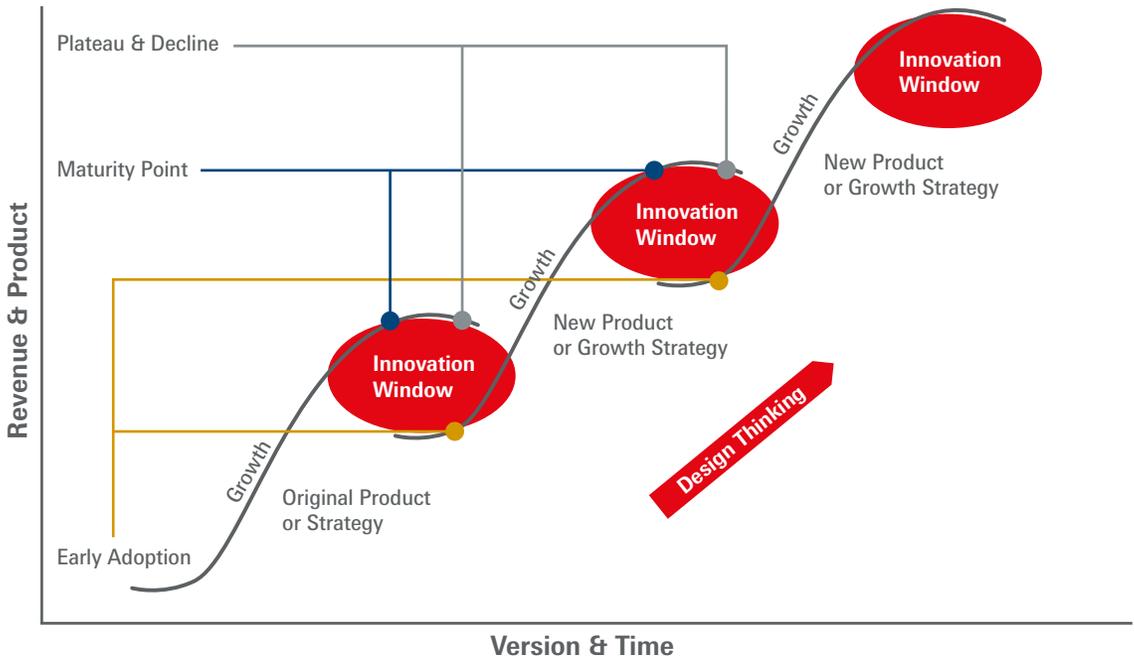


Abb. 4: Das S-Kurven-Modell nach Foster

Diese Logik lässt sich ebenso auf den Wechsel von Kernkompetenzen bzw. -services übertragen. Die Beispiele für den erfolgreichen und weniger erfolgreichen Wechsel des unternehmerischen Kerngeschäfts bzw. für den rechtzeitigen Wechsel zur neuen S-Kurve sind zahlreich. Der Online-Streamingdienst Netflix, der als DVD-Verleih gegründet wurde, erkannte bspw. die Grenzen der damals genutzten Technologie und fokussierte sich rechtzeitig auf den Wechsel zu einem Unternehmen, das Video-on-Demand anbietet, und erweiterte das eigentliche Kerngeschäft um die Produktion eigener Serien. Anders erging es einer Vielzahl von Herstellern für Navigationsgeräte. Diese verloren nur kurze Zeit nach der Einführung von Smartphones bis zu 85% ihres Marktwertes, wovon sich nur wenige Hersteller erholten. [60] Auch der ehemalige Filmhersteller Kodak erkannte die Grenze seiner damals genutzten Technologie gegenüber der digitalen Fotografie nicht und meldete 2012 Insolvenz an – und das, obwohl das Unternehmen als Erfinder der Digitalkameras gilt.

Auch wenn bereits verkündet wurde, dass das 1956 aufgestellte Mooresche Gesetz<sup>12</sup> seine Validität verloren habe [61], kann dennoch davon ausgegangen werden, dass sich die Innovationskurven in Abbildung 4 zunehmend verschärfen werden, was den zu Anfang beschriebenen Trend einer kontinuierlichen Beschleunigung des Innovationsdrangs noch einmal deutlich befeuern wird. Mit der Verkürzung von Lebenszyklen wächst gleichzeitig die Gefahr von Ausnahmereisnerungen, die als sogenannte „Big Bang Disruptionen“ bezeichnet werden. Im Vergleich zu herkömmlichen Innovationen überspringen diese Art von Disruptionen einen Großteil des herkömmlichen Produktlebenszyklus – die Marktadoptionsrate ist oftmals unmittelbar und flächendeckend. [60] Dies liegt daran, dass „Big Bang Disruptionen“ zum Zeitpunkt der Markteinführung nicht nur günstiger, sondern gleichzeitig auch hochwertiger als vergleichbare Alternativen sind. [60] Zur Veranschaulichung der Auswirkung einer solchen Disruption stellt Abbildung 5 die Marktadoptionsrate (nicht den Produktlebenszyklus) dar.

<sup>12</sup> Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Anzahl der Transistoren, die in einen Schaltkreis unveränderter Größe passen, etwa alle 12 bis 24 Monate verdoppelt, was oft mit der Verdopplung der Rechenleistung von Prozessoren gleichgesetzt wird. Der Zeitraum der Verdopplung schwankt jedoch nach Quelle.

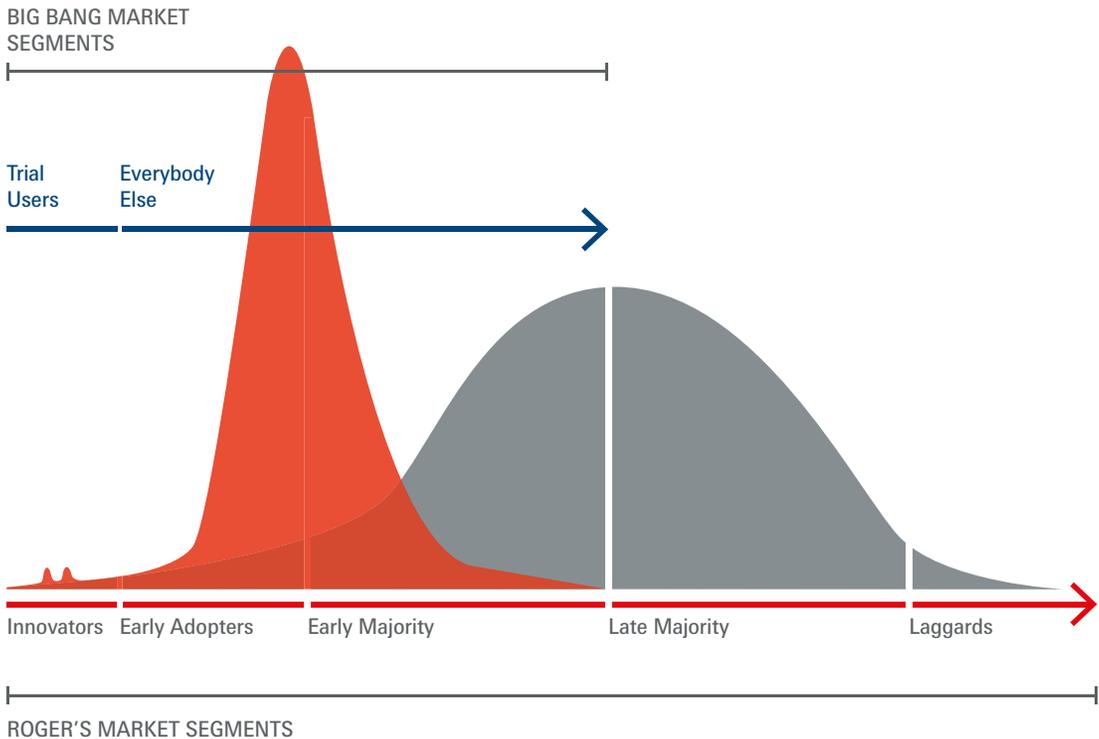


Abb. 5: Vergleich der Marktadoptionsrate zwischen Big Bang Disruptionen und „normalen“ Produkten; Quelle: [60]

„Big Bang Disruptoren“ sehen die durch ihr Produkt verdrängten Unternehmen dabei nicht einmal zwangsläufig als direkte Konkurrenz an. Durch einen neuartigen Ansatz, alte Kundenbedürfnisse zu stillen, werden etablierte Produkte oftmals zu einer Art „Kollateralschaden“ bei dem Versuch, völlig andere Märkte zu erobern. [60] Beachtet man hierzu, dass in vielen Industrien sowohl neue Technologien als auch radikale Innovationen fast ausschließlich von Unternehmen eingeführt werden, die vorher nicht in diesem Marktsegment agiert haben [62], geht für im jeweiligen Markt etablierte Unternehmen dadurch eine doppelte Gefahr aus: Das eigene Produkt muss nicht nur gegenüber den traditionellen Mitbewerbern konkurrenzfähig sein, sondern ebenfalls gegen neue, teils radikale Innovationen bestehen können.

#### 2.4.2 Was die digitale Disruption für Mobilität und Logistik bedeutet

Im Vergleich zu anderen Industrien blieben Mobilitätsdienstleister<sup>13</sup> – mit der Ausnahme von Automobilherstellern und Fluggesellschaften – von radikalen Disruptionen scheinbar bislang weitestgehend verschont. Besonders Unternehmen, die ihre Dienstleistungen im Umfeld des urbanen Verkehrs anbieten, blieben trotz des enormen technologischen Wandels fast gänzlich von radikalen technologischen Umbrüchen unberührt. Dies scheint sich mit der aktuell andauernden Digitalisierungswelle jedoch zu verändern. Es scheint, dass diese Technologie bzw. in Kombination mit anderen, neuen Technologien final das Potenzial hat, in ein profitables Geschäftsmodell

<sup>13</sup> Mobilitätsdienstleister in diesem Kontext umfasst sämtliche Unternehmen, die Dienstleistungen für die Beförderungen von Personen anbieten bzw. durch ihre am Markt vertriebenen Güter die Mobilität von Personen ermöglichen (z. B. Automobilhersteller).

für Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen verpackt zu werden und traditionelle Geschäftsmodelle hierdurch signifikant unter Druck zu setzen. Besonders durch die stetig steigende Verfügbarkeit von Daten aller Art zieht der Markt der Logistik- und Mobilitätsdienste viele neue Unternehmen an, die diesen radikal verändern könnten.

Um auf die im Kapitel 2.2 beschriebenen sich ändernden Konsumentenveränderungen reagieren zu können, ist davon auszugehen, dass sich Unternehmen zu ganzheitlichen Mobilitätsanbietern wandeln müssen, die weit mehr anbieten als Online bzw. Mobile Ticketing und eine Routenplanungs-App. Mobilitätsangebote müssen multi-modal und auf die individuellen Präferenzen des jeweiligen Kunden angepasst werden. Die sog. „Customer Experience“, also das Gefühl und das Erleben einer Dienstleistung, wird deutlich an Relevanz gewinnen und sich zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil wandeln, wie es bei vielen anderen Industrien bereits der Fall ist. Die Nutzung bzw. Buchung von Dienstleistungen muss daher einfach und unkompliziert gestaltet und Informationen immer und überall – in Echtzeit – verfügbar sein. Darüber hinaus muss Mobilität und Verkehr mit anderen Nutzerbedürfnissen verbunden bzw. in diese integriert werden. Gerade hier ist das Potenzial für radikale Disruptionen signifikant hoch.

In der Literatur (z. B. [63–65]) werden aktuell vor allem zwei Archetypen (und deren Hybridformen) solcher übergreifender Geschäftsmodelle diskutiert, die gleichzeitig den Paradigmenwechsel, den Mobilitätsdienstleister (und zum Teil auch Logistikdienstleister) gerade erfahren, verdeutlichen. Zum einen wird der sog. **integrative Ansatz** diskutiert, der im Grunde das Vorgehen aktueller Mobilitätsanbieter beschreibt. Mobilitätsdienstleistungen werden von einem oder einigen wenigen Unternehmen im Verbund mit den eigens angeschafften Assets angeboten. Die Erweiterung des Leistungsangebots wird fast ausschließlich durch vertikale Integration weiterer Unternehmen realisiert, um eine möglichst lückenlose, aufeinander abgestimmte und nahtlose multimodale Mobilitätskette mit gleichbleibendem Servicegrad und -niveau zu ermöglichen. Durch den hohen Bedarf an physischen Assets ist es wenig überraschend, dass dieses Vorgehen vor allem Unternehmen attribuiert wird, die bereits heute viele Assets für die Erbringung von Mobilitätsdienstleistungen besitzen, wie z. B. Anbieter des öffentlichen Personenverkehrs.

In Kontrast zu diesem „assetgetriebenen“ Vorgehen wird der datengetriebene, **aggregierende Ansatz** diskutiert. Dieser beruht darauf, auf die bereits vorhandenen Dienstleistungen verschiedener Anbieter zurückzugreifen und diese in einer nutzerfreundlichen Oberfläche für den Endnutzer zusammenzufassen und somit die Nutzbarkeit im alltäglichen Gebrauch für diesen zu erhöhen. Das Planen, Buchen und Bezahlen wird ebenfalls über den Aggregator oder Kurator abgewickelt. Im Vergleich zum integrativen Ansatz benötigt ein Mobilitätskurator deutlich weniger physische Assets, weshalb dieses Vorgehen meist „mobilitätsfremden“, neuen Marktteilnehmern – oftmals datengetriebenen Hintergrunds – zugeschrieben wird wie bspw. Google oder Facebook. Für die optimale Bereitstellung einer solchen Dienstleistung sind solche Intermediäre jedoch stark auf die Kooperationsbereitschaft anderer Unternehmen angewiesen. Spätestens seit der Einführung von Diensten wie Uber wird dieses Vorgehen oftmals mit dem Terminus „Überfizierung“ von Dienstleistungen erklärt.

Wie in vielen Fällen ist eine strikte Trennung beider Vorgehen nicht immer möglich und sinnvoll bzw. realitätsnah. So ist es durchaus denkbar, dass sich derzeit vorrangig assetgetriebene Unternehmen radikal neu erfinden und zu verstärkt datengetriebenen Unternehmen mit einer stark reduzierten Anzahl der bislang besessenen Assets wandeln. Gerade für Automobilunternehmen und deren Servitisierungsbestreben stellt eine Hybridform beider Geschäftsmodelle einen idealen Kompromiss dar. So könnte bspw. das eigene Serviceangebot durch die Aggregation weiterer, dritter Anbieter erweitert werden. In diesem Zusammenhang kann eine Ablösung des Dienstes *Mobilität* vom physischen Produkt *Fahrzeug* erfolgen und damit die zukünftige Kernkompetenz eines Automobilherstellers in Frage gestellt werden. [66]

Besonders in Bezug auf die zuvor angesprochenen Kundenbedürfnisse ist der Eintritt neuer, digitaler Marktteilnehmer eine Herausforderung für etablierte Unternehmen. Es gilt neue Wege zu finden und Dienstleistungen stärker unter Verwendung neuer Datenquellen zu personalisieren. Der Grad dieser Disruption, und somit der Innovationsbedarf, unterscheidet sich jedoch deutlich zwischen den verschiedenen Mobilitätsunternehmen. Dies liegt vor allem daran, dass der Grad des Konkurrenzdrucks und des Vorhandenseins dieser „neuen“ Kundenanforderun-

gen, dem ein Unternehmen ausgesetzt ist, stark divergiert. Automobilhersteller und (Full-Service-)Fluggesellschaften setzen sich demnach bereits deutlich länger mit der Personalisierung von Dienstleistungen sowie der Optimierung der Customer Experience auseinander – wenn auch nur mit der Experience ihres Kernprodukts und nicht der gesamten Kette. Anbieter des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) hingegen haben sich lange Zeit vielmehr an den Bedürfnissen des Anbieters anstelle denen der Nutzer orientiert [67], was unter Betrachtung deren Agierens in einem „offenen System“<sup>14</sup> auch notwendig ist.

„Mobilitätsfremde“, digitale Unternehmen haben hier aufgrund ihres Ursprungs oftmals einen Vorteil: Sie verfügen bereits über eine Vielzahl von kundenspezifischen Daten und können somit ihre Dienste viel stärker auf die Präferenzen ihrer Nutzer auslegen. Internetunternehmen wie Google oder Facebook können z. B. auf Such- und Positionsdaten zurückgreifen, die es bereits heute ermöglichen, ein sehr detailliertes Profil ihrer Nutzer anzulegen. Auch Konsumentenbefragungen, wie z. B. von *WINTERHOFF ET AL.*, haben ergeben, dass Nutzer die Customer Experience von datengetriebenen Unternehmen als deutlich besser bewerten als die von assetgetriebenen Unternehmen. [68] Folglich ist die Innovationsfähigkeit Letzterer in dieser Hinsicht zunehmend gefragt, um die aktuelle Marktposition zu erhalten und nicht ein reiner Zulieferer für Transportkapazitäten zu werden.

Auch die Logistik steht vor einem gewaltigen Innovationsdruck. Das Phänomen der „Überfizierung“ ist auch hier – spätestens seit der Ankündigung von Uber Freight – immer häufiger anzutreffen. Zudem stellen die bereits angesprochenen Kundenbedürfnisse immer höhere Anforderungen an die Transparenz, Flexibilität und Geschwindigkeit ihrer Lieferungen. Somit wird besonders die letzte Meile, also die Belieferung des Endkunden, zu einer immer größeren und komplexeren Herausforderung. Es gilt nicht nur die individuellen Vorlieben des Einzelnen zu berücksichtigen, sondern auch immer kleiner werdende Lieferungen immer schneller und öfter in einer effizienten Art und Weise zu transportieren – und das in einer Umgebung mit sich ständig weiter verknappenden infrastrukturellen Kapazitäten und restriktiveren Anlieferungsbedingungen (Durchfahrverbote, Lieferzeitrestriktionen). Um dies leisten zu können, müssen Logistikdienstleister verstärkt zusammenarbeiten und als ein großes, kollaboratives Netzwerk orchestriert werden. Das Auftauchen weiterer Logistikkuratoren mit wenigen bis keinen eigenen Assets, die mit ihren Plattformen die Schnittstelle zum (End-)Kunden bilden, ist daher äußerst wahrscheinlich. Das Cainiao Netzwerk in China, welches zum Großteil dem Internetkonzern Alibaba gehört, ist ein weiteres, bereits existierendes Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Logistik-Ökosystems auf Plattformbasis, welches derzeit etwa 57 Mio. Lieferungen pro Tag überwacht. [69] Während des von Alibaba initiierten „Global Shipping Festivals“ am 11.11.2015 war dieses Ökosystem sogar in der Lage, mehr als 1,7 Mio. Paketzusteller, 400.000 Fahrzeuge, 5.000 Lager und 200 Flugzeuge zu koordinieren, um die innerhalb von 24 Stunden angesammelten 467 Mio. Lieferungen schnellstmöglich zu bearbeiten. [70] Dies verdeutlicht noch einmal das Potenzial und vor allem die Attraktivität von Logistikplattformen. Darüber hinaus steigen die Erwartungen des B2B-Sektors an die Synchronisation von Informations-, Material- und Finanzflüssen, was mit der Nutzung von Plattformen ebenfalls verbessert werden kann.

Nichtsdestotrotz wird für die Bereitstellung von Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen eine nicht unwesentliche Anzahl an physischen Assets benötigt, welche aus heutiger Perspektive mit dem Voranschreiten der Digitalisierung zwar stark reduziert, jedoch nicht mühelos substituiert werden können. Somit ist derzeit eher ausgeschlossen, dass eine gänzliche Restrukturierung des Markts für Mobilitäts- und Logistikdienstleistungen zu erwarten ist. Darüber hinaus ist die Start-up-Kultur in Deutschland stark von einer Mentalität der möglichst schnellen Akquise durch etablierte Unternehmen geprägt. Somit geht von einer Digitalisierung dieser Märkte vielmehr die Gefahr aus, dass neue Marktteilnehmer sich die profitabelsten Geschäftsfelder aneignen und etablierte Unternehmen mit wenig profitablen Basisdiensten bzw. der reinen Bereitstellung von Infrastruktur und benötigtem

<sup>14</sup> Unter einem offenen System wird sich hier auf die Systemgrenze von Daten bezogen. Anbieter des ÖPNV haben aufgrund ihrer aktuellen Geschäftsstruktur nur einen bedingten Zugriff auf Nutzerdaten, wohingegen Fluggesellschaften mehr über ihre Kunden und deren Vorlieben wissen.

Equipment zurücklassen. Es besteht also die Gefahr, aus Mangel an internen digitalen Kompetenzen zuvor an neue Unternehmen verlorene Geschäftsfelder mit hohen Investitionssummen zurückkaufen zu müssen. Dass dieses „Cherry-Picking“ bereits begonnen hat, verdeutlicht Abbildung 6, die die Wertschöpfungskette des Logistikdienstleisters FedEx mit den Aktivitäten von Start-ups in diesem Umfeld gegenüberstellt. Hieran wird deutlich, dass bereits heute eine Vielzahl von Start-ups Positionen besetzen, die traditionellerweise zum Leistungsangebot eines Logistikdienstleisters gehören. Dabei wird allerdings auch deutlich, dass der Fokus dieser Start-ups nur auf einzelnen Wertschöpfungsaktivitäten liegt.

<b>Unbundling FedEx</b>	
<p><b>Package, Envelope or Express Freight</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Doormann</li> <li>» Parcel Pending</li> <li>» Roadie</li> <li>» Shipbob</li> <li>» Shiphawk</li> <li>» Shippo</li> <li>» Shyp</li> </ul>	<p><b>Freight Shipments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Cargomatic</li> <li>» Convoy</li> <li>» Keychain</li> <li>» Loadsmart</li> <li>» Pacejet</li> <li>» Transfix</li> <li>» Trucker Path</li> <li>» Uship</li> </ul>
<p><b>Expedited/Extra-care Handling</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Bringsey</li> <li>» Boddytruck</li> <li>» Deliv</li> <li>» Dispatch</li> <li>» Flirtey</li> <li>» Kanga</li> <li>» Marble</li> <li>» Matternet</li> <li>» Postmates</li> <li>» Rickshaw</li> <li>» Schlep</li> <li>» Starship</li> <li>» Uber</li> </ul>	<p><b>Air/Ocean Freight Forwarding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» Boxc</li> <li>» Fleet</li> <li>» Flexport</li> <li>» Freightos</li> <li>» Haven</li> <li>» Intra</li> </ul>

Abb. 6: Cherry-Picking der Logistik-Start-ups am Beispiel FedEx; Quelle: [71]

Auch kann davon ausgegangen werden, dass ggf. andere assetgetriebene Unternehmen aus anderen Industrien zu einem neuen Wettbewerber heranwachsen. Autonome Fahrzeuge in Form von Lkw können bspw. große Teile des aktuellen Speditions- und Taxigewerbes streitig machen. Hersteller könnten somit die Kapazitäten ihrer autonom fahrenden Lkw auf diversen Plattformen anbieten, deren Auslastung optimiert werden kann. Das in diesem Umfeld bis dato als Automobilzulieferer tätige Unternehmen Bosch verkündete erst vor kurzem seine

ambitionierten Pläne autonom fahrende Taxis in Kooperation mit Daimler im Jahr 2018 in deutsche Städte zu bringen. [72] Der Staubsaugerhersteller Dyson kündigte ebenfalls an, ab dem Jahr 2020 eigene Elektro-Fahrzeuge herstellen zu wollen und dabei gänzlich auf die Kooperation mit Automobilherstellern zu verzichten. [73] Darüber hinaus wäre der Betrieb von autonomen Fahrzeugen im sog. „Platooning“-Modus<sup>15</sup> als Konkurrenz für besonders profitable bzw. stark nachgefragte Strecken des ÖPNV denkbar, wie es heute bereits bei Bahnfernstrecken und Fernbussen zu beobachten ist. Automobilhersteller des Volumensegments könnten durch die Nutzung des „First Mover“ Vorteils und der De-Emotionalisierung von Autos große Teile des neu zu besetzenden Markts für solche Einsatzzwecke besetzen.

Dies verdeutlicht nochmals die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der eigenen Dienste und die Manifestierung des Kontakts mit dem Endnutzer, um den Bezug zu diesem nicht zu verlieren. Mehr Endkundenkontakt bedeutet zwangsläufig mehr Informationen über dessen Präferenzen, was für die Weiterentwicklung des Leistungsangebots bzw. der Definition der zukünftigen unternehmerischen Kernkompetenz (d. h. der rechtzeitige Wechsel zur neuen S-Kurve) von essentieller Bedeutung ist, um die langfristige Profitabilität des eigenen Unternehmens sicherzustellen. Zudem ist die Beobachtung und Evaluation neuer Technologien ein wichtiger Bestandteil, damit rechtzeitig auf die immer rapider auftretenden Disruptionsgefahren reagiert werden kann.

## 2.5 Zwischenfazit: Veränderungsbedarf und Erfolgsfaktoren von Mobilität, Logistik und Verkehr der Zukunft

Logistik, Mobilität und Verkehr sowie dessen Akteure stehen vor einer der größten Veränderungen der letzten Jahrzehnte. Die dritte Digitalisierungswelle hat die Tore von Mobilitätsunternehmen erreicht und stellt den Status quo drastisch in Frage. Der digitale Konsument ist weniger gewillt, sich lange mit Entscheidungsprozessen auseinanderzusetzen, und erwartet ein personalisiertes Leistungsangebot, das sowohl seinem Lebensstil als auch seinen anderen Präferenzen und Einschränkungen vollkommen entspricht. Diese Anforderungen überträgt er ungefiltert auf Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen. Als sekundäres Bedürfnis müssen diese sich nahtlos in den restlichen Alltag integrieren lassen sowie einfach zugänglich und unabhängig vom Besitz des benötigten Equipments sein. Dies umfasst ebenfalls die Erweiterung des klassischen Leistungsangebots mit Zusatzdiensten wie z. B. Unterhaltungsangeboten und Location-Based Services. Paketzustellungen müssen flexibler werden und den Endkunden verstärkt miteinbeziehen. Zudem gilt es innovative Konzepte zu entwickeln, die eine schnelle und vor allem pünktliche Lieferung in einer Umgebung mit zunehmend knapper werdenden infrastrukturellen Kapazitäten sicherstellen. Mit anderen Worten: Der Endkunde muss noch deutlicher in den Vordergrund bei jeder unternehmerischen Entscheidung gestellt werden.

Mit der Verschmelzung der virtuellen und physischen Welt und der Entwicklung hin zur Servitisation von regulären Produkten wird die Customer Experience ein entscheidender Erfolgsfaktor bzw. Wettbewerbsvorteil werden. Dies bedarf jedoch eines Paradigmenwechsels in der Beziehung zwischen Unternehmen und Kunde, um diesen weiterhin an das eigene Unternehmen zu binden. War es vorher primär die Aufgabe, Produkte oder Dienstleistungen zu verkaufen, so besteht im digitalen Zeitalter vielmehr die Aufgabe darin, den Kunden zu beraten, um ihn proaktiv in seiner Entscheidung zu unterstützen. Es muss also ein Wandel vom Verkäufer zum Berater stattfinden, damit dem Kunden in seiner Situation des „Paradox of Choice“ effektiv geholfen wird. Somit muss der aktuelle Ansatz eines kundenorientierten Managements, der sich derzeit sehr stark auf das Prinzip des Customer Relationship Managements (CRM) stützt, um die Dimension des Customer Experience Managements (CEM)

<sup>15</sup> Als „Platooning“ bezeichnet man die Bildung eines vernetzten Konvois, bei dem das erste Fahrzeug die Führung übernimmt und alle dahinter geschalteten Fahrzeuge entsprechend lenkt. Der optimale Abstand zwischen den Fahrzeugen wird dabei durch Sensorik bzw. die Kommunikation der Fahrzeuge untereinander gewährleistet.

erweitert werden. Verstärkt wird dies durch die Erwartungshaltung bzw. den eingangs erwähnten allgemeinen Wandel vermehrt Ergebnisse zu kaufen als das reine Produkt an sich („Outcome Economy“). Daher müssen Bedürfnisse bzw. mögliche Störungen oder Veränderungen frühzeitig antizipiert und proaktiv Lösungsvorschläge angeboten werden. Parallel muss der Kunde viel früher und enger in die Entscheidung miteinbezogen werden.

Um solch einen unternehmensinternen Paradigmenwechsel voranzutreiben, sind vor allem digitale Kompetenzen, u. a. in Form von Big Data Analytics bzw. der Verknüpfung verschiedenster Datenquellen und deren Analyse, von essenzieller Bedeutung. Die aktuelle Welle der digitalen Disruption ermöglicht den Zugriff auf eine Vielzahl verschiedenster Informationen, die die Personalisierung, aber auch Planbarkeit und Verlässlichkeit von Diensten drastisch verbessern können. Demnach ist es von erfolgsentscheidender Bedeutung, neue Wege zu finden, diese Informationen für das eigene Unternehmen zugänglich und nutzbar zu machen. Aktuell ist Ersteres eine besonders große Herausforderung für Logistik- und Mobilitätsunternehmen. Betrachtet man die Unternehmen, die bereits heute stark personalisierte Dienste anbieten können, so kann argumentiert werden, dass sich diese Unternehmen in einer Art geschlossenem System bewegen. Fluggesellschaften wissen z. B. zu jedem Zeitpunkt, wo sich ihre Passagiere innerhalb ihres Systems befinden, was der Start- und Endpunkt deren Reise sowie ggf. deren Essenspräferenzen und präferiertes Unterhaltungsmedium ist. Ähnlich verhält es sich bei rein digitalen Unternehmen wie bspw. Google. Diese Art von Unternehmen hat, durch die Sammlung von z. B. Suchanfragen und Positionsdaten, einen umfassenden Einblick in die Präferenzen ihrer Nutzer. Für primär assetgetriebene Logistik- und Mobilitätsunternehmen ist es deshalb wichtig, sich von einem eher offenen System hin zu einem geschlossenen zu wandeln, um mehr über ihre Kunden zu erfahren. Hierzu müssen neue Datenquellen erschlossen und eine möglichst vollständige Transparenz über alle Prozesse geschaffen werden.

Damit diese Daten für alle Unternehmensbereiche nutzbar sind, müssen Daten demokratisiert und ein zentraler „Single Point of Truth“ geschaffen werden, der als Grundlage für den Wandel zu einem datengetriebenen Unternehmen dient. Die Verknüpfung verschiedenster Datenquellen muss genutzt werden, um sowohl operative Prozesse effizienter und agiler zu gestalten, als auch neue Zusatzdienstleistungen, wie z. B. eine prädiktive Instandhaltung bei Fahrzeugen, als Teil der Servitisation des eigenen Unternehmens anzubieten. Darüber hinaus müssen (operative) Entscheidungen deutlich datengestützt sein, um die neuen logistischen Herausforderungen des Omni-Channel<sup>16</sup> Zeitalters bewältigen zu können. Gleichzeitig stellen gesammelte Daten im Allgemeinen ein wichtiges Asset für das digitale Zeitalter dar, da diese Aufschluss über Trends im Wandel des Konsumentenverhaltens geben bzw. bei der Generierung neuer Services unterstützen können.

Besonders Letzteres ist ein entscheidender Faktor für die Sicherung der ökonomischen Viabilität im digitalen Zeitalter. Mit der stetig zunehmenden Geschwindigkeit des technologischen Wandels und der u. a. dadurch steigenden Gefahr von disruptiven Innovationen müssen Logistik- und Mobilitätsdienstleister ihre Innovations- und Forschungskapazitäten ausbauen, um mögliche disruptive Trends zu identifizieren. Mit anderen Worten: Unternehmen müssen den richtigen Zeitpunkt zu einem Wechsel der eigenen Kernkompetenzen erkennen, um den Nokia-Neckermann-Quelle-Effekt zu vermeiden (im Sinne des rechtzeitigen Wechsels zur nächsten S-Kurve). Mit Veränderung als einziger Konstante ist die nächste Welle der digitalen Disruption nur eine Frage der Zeit – und deren mögliche Auswirkungen noch vollkommen unbekannt. Hinzu kommt die durch den technologischen Fortschritt begünstigte Verringerung der Eintrittsbarrieren und die Verzerrung von Industriegrenzen. Unternehmen müssen immer häufiger nicht nur mit direkten Marktteilnehmern mithalten, sondern auch gegen Unternehmen konkurrenzfähig bleiben, die eine völlig andere Herangehensweise an die Befriedigung derselben Kundenbedürfnisse aufzeigen. Der stark dezimierte Markt für Digitalkameras und der quasi nicht mehr existente Markt für Handheld-Navigationsgeräte sind nur zwei Beispiele der Folge einer solchen Disruption.

---

<sup>16</sup> Omni-Channel (Management) beschreibt die Abstimmung und Verknüpfung aller vorhandenen Vertriebskanäle und Kundenkontaktpunkte eines Unternehmens aufeinander. Alle Kanäle stehen in Wechselwirkung zueinander und der Kunde kann frei zwischen diesen wählen. Dabei wird ihm eine möglichst gleichbleibende „Customer Experience“ geboten.

Was Konsumenten, Unternehmen und Kommunen gleichermaßen beeinflussen wird, sind die gestiegenen und weiterhin steigenden Anforderungen an die Nachhaltigkeit von Mobilität und Logistik. Das persönliche Mobilitätsbudget, aber auch die Kosten für die Bereitstellung einer Dienstleistung werden zunehmend steigen, um die Reduzierung von öffentlichen „Ungütern“, wie Treibhausgasen, Gesundheitsbelastung, Lärmbelästigung und eine höhere Unfallrate, proaktiv voranzutreiben. Dementsprechend sind vor allem Logistik- und Mobilitätsunternehmen gleich einer Mehrfachbelastung ausgesetzt: Endkunden werden ihre Anforderungen an nachhaltigere Alternativen an diese weiterreichen, um deren eigene Belastung der neuen Nachhaltigkeitsanforderungen zu reduzieren. Dies wird sich einerseits darin ausdrücken, dass Industriekunden Anforderungen an die Nachhaltigkeit von Logistikdienstleistungen stellen werden, um z. B. ihre eigenen Emissionsreduktionsziele zu erreichen. Andererseits werden Konsumenten Anforderungen an bspw. Fahrzeughersteller stellen, um die Belastung ihres Mobilitätsbudgets zu reduzieren. Um auch deren zukünftige Bindung an das eigene Unternehmen und die kosteneffiziente Bereitstellung von Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen sicherzustellen, müssen u. a. umweltfreundlichere Antriebstechnologien genutzt werden. Darüber hinaus muss proaktiv auch die Einführung weiterer Emissionsreduzierungswerkzeuge wie z. B. ein Emissionshandel ähnlich dem Konzept im Luftverkehr vorbereitet werden.

Entsprechend eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitsansatzes müssen Infrastruktur, Equipment und zukünftige Logistik- und Mobilitätsleistungen selbst auch die soziale Dimension der Nachhaltigkeit stärker betrachten, um die soziale Exklusion von einzelnen Gesellschaftsmitgliedern zu vermeiden. Das Konzept des „Universal Design“ muss eines der Grundprinzipien für die Gestaltung von Logistik und Mobilität 4.0 werden. Auch die effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen muss vor allem in der Verkehrssteuerung stärker berücksichtigt werden. Dies kann sich bspw. darin ausdrücken, dass ein sog. „Congestion Charging“ eingeführt wird, das ebenfalls an die Auslastung einzelner Fahrzeuge geknüpft sein könnte. Besonders in Bezug auf die zunehmende Urbanisierung ist die (infrastrukturelle) Ressourcenallokation eine der größten Herausforderungen für zukünftige Verkehrssysteme.

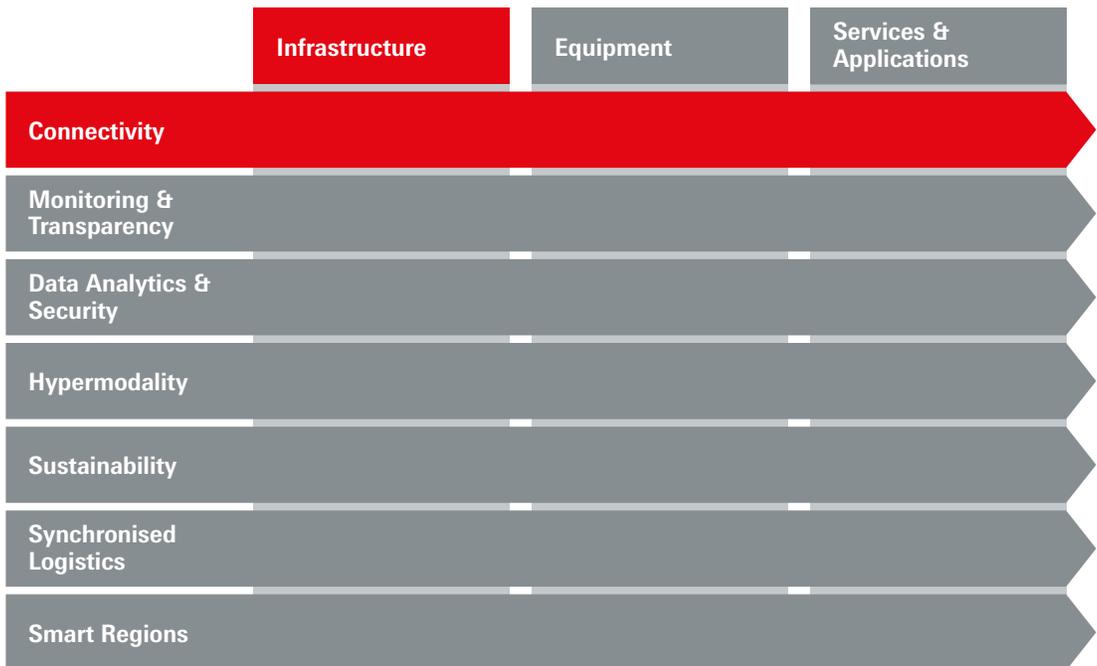


Abb. 7: Hypermotion Grid – Elemente zukünftiger Verkehrssysteme; Quelle: eigene Darstellung

Mobilität, Logistik und Verkehr müssen und werden sich also in ein System wandeln, welches zum großen Teil dadurch charakterisiert ist, dass alle Elemente darin (wie z. B. Daten, Personen, Güter und Finanzströme) im kontinuierlichen Austausch miteinander sind und sich konstant in Bewegung befinden werden – also den Zustand einer Art Hypermotion einnehmen.

Fasst man die vorangegangenen Absätze zusammen, so ergeben sich sieben Elemente, die für diese Transformation von Logistik, Mobilität und Verkehr zum hypermotiven Verkehrssystem zu berücksichtigen sind. Es müssen:

- » neue Datenquellen erschlossen werden (Connectivity)
- » das System an sich geschlossen und Daten demokratisiert werden, um vollständige Transparenz zu schaffen (Monitoring & Transparency)
- » Entscheidungen und die Entwicklung neuer Dienste auf Grundlage von Daten getroffen werden (Data Analytics & Security)
- » das System nachhaltiger gestaltet werden (Sustainability)
- » Logistikprozesse in den Alltag der Konsumenten integriert werden (Synchronised Logistics)
- » begrenzte Kapazitäten in urbanen Räumen effizient genutzt werden (Smart Regions) und
- » alles immer und überall zur Verfügung gestellt werden (Hypermodality)

Gepaart mit den drei Dimensionen, die für die Erbringung von Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen benötigt werden, ergibt sich eine Art Raster, das somit die DNA zukünftiger Verkehrssysteme abbildet. Dieses Raster oder Grid ist in Abbildung 7 dargestellt, bildet die DNA auch der neuen Messe Hypermotion – und wird im folgenden Kapitel näher erläutert.

3

HYPERMOTION  
GRID –  
DIE DNA  
DIGITALER  
VERKEHRSSYSTEME

Grundlage für die Bewältigung der neuen Komplexität durch die Digitalisierung und die damit verbundenen Produkt- bzw. Service-Disruptionen wird eine Netzstruktur sein, die im Folgenden durch das Hypermotion Grid beschrieben wird. Die Beteiligten einer solchen Struktur werden dabei Verkehrsträger (Assets), Unternehmen, Kommunen und Bürger sein. Das folgende Kapitel beschreibt das Hypermotion Grid und seine Bestandteile im Detail. Auch wenn das Konstrukt sich durch seine Interkonnektivität bzw. Interdependenz seiner einzelnen Bestandteile auszeichnet, ist dieses Kapitel so aufgebaut, dass die vorangegangenen Bestandteile als Voraussetzung für die weiteren Elemente des Grids betrachtet werden können.

## 3.1 Connectivity

### 3.1.1 Vernetzung als Wegbereiter der digitalen Transformation

Connectivity bildet die Grundlage digitaler Mobilität und Logistik und stellt die Schnittstelle zwischen der physischen und virtuellen Welt dar. Diese Dimension umfasst daher alles, was die sog. „Smartifizierung“ von Gegenständen, Gebäuden und Infrastruktur sowie anderen Elementen in digitalen Verkehrssystemen betrifft. Unter einer Smartifizierung wird die Augmentation von vorhandenen Elementen u. a. mit Sensorik verstanden, die bestimmte Eigenschaften aufweisen und in Tabelle 2 dargestellt sind.

Das Konzept der Vernetzung von Verkehrssystemen ist kein neuer Trend und ist bereits seit einigen Jahren Teil des Begriffs *Intelligente Transportsysteme (ITS)*. Im Kern befasst sich das Konzept der ITS mit der Nutzung von modernen und aufkommenden Technologien im Kontext von Transportsystemen. Die Nutzung von verschiedenen Arten von Sensorik zur Weiterentwicklung herkömmlicher Gegenstände in „Smart Objects“ ermöglicht eine Erfassung neuer Parameter, die als Inputfaktoren für die Verbesserung operativer Prozesse und Entwicklung neuer Dienste dienen. Connectivity ist jedoch nicht spezifisch für digitale Logistik- und Mobilitätssysteme, sondern bildet zusammengefasst das Grundgerüst des Internet of Things (IoT – dt.: Internet der Dinge) in jeglichen Bereichen, die durch die aktuelle Digitalisierungswelle betroffen sind.

In digitalen Verkehrssystemen der Zukunft sind neben den Fahrzeugen auch Straßen und Schienen bzw. Teile davon mit Sensorik ausgestattet, die gleich mehrere Funktionen erfüllen. Sie erfassen u. a. die aktuelle Belastung, Zustand und Wartungsbedarf und geben diese Informationen an ihre Betreiber und Nutzer weiter. Gleichzeitig ermitteln z. B. Videobrücken Informationen über Fahrzeuge und die aktuelle Verkehrssituation, die Auslastung von Fahrzeugen und weitere Attribute wie z. B. deren ordnungsgemäße Zulassung. Auch falsch abgestellte Fahrzeuge und andere Gegenstände, die eine Störung des Verkehrsflusses herbeiführen können, werden identifiziert (wesentlich für das autonome Fahren). Ein Grundstein von Connectivity ist der Austausch zwischen diesen verschiedenen Objekten und Schichten eines digitalen Verkehrssystems. Das Konzept der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) wird daher eine entscheidende Rolle einnehmen. M2M-Kommunikation beschreibt den automatisierten Informationsaustausch zwischen technischen Systemen wie z. B. Fahrzeugen oder Maschinen, die sich durch diesen ständigen Austausch in ein intelligentes, beliebig komplexes System verwandeln. [75] Dies ist vor allem für die Verbesserung des Verkehrsflusses in zukünftigen Verkehrssystemen essentiell, denn M2M-Kommunikation bildet die Grundlage für die Schaffung eines zentralen Systems, welches für die Steuerung des Verkehrsflusses zuständig ist.

Einen weiteren Baustein bilden smartifizierte Gebäude, die ebenfalls mithilfe diverser Sensorik Aufschluss über deren Zustand und Auslastung geben können. Auch wenn diese Art von Smart Objects theoretisch sämtliche Gebäude umfassen kann, sind für digitale Verkehrssysteme vorrangig vier Arten von Gebäuden am relevantesten: Zugangsorte für den ÖPNV, Parkplätze und Parkhäuser, Lager- und Produktionsstätten sowie weitere Warenumschlagsplätze wie z. B. Häfen. Unter der Verwendung von Positionsdaten und Videoüberwachung kann nicht nur die Belastung bzw. Kapazität von Stationen und Bahnhöfen erfasst werden, sondern auch die allgemeine Stimmung innerhalb der Gebäude, was zur Prävention von Gewalttaten führen kann. Parkplätze und Parkhäuser können im gleichen Maße Auskunft über ihre freie Kapazität geben.

Kerneigenschaften	Eigenschaft	Beschreibung
	Digital Identification	Objekte können sich Zugang zu Informationen beschaffen und ihre Präsenz im digitalen Kontext deutlich machen.
	Retention	Die Möglichkeit, Informationen über sich selbst und seine Umgebung zu speichern – mindestens jedoch die eigene Identität.
	Communication	Die Fähigkeit, mit anderen Objekten oder Personen Informationen auszutauschen (z. B. über RFID).
	Energy-Harvesting	Die Fähigkeit, die für den Betrieb benötigte Energie selbst aus externen Quellen zu besorgen oder autonom zu generieren.
Optionale Eigenschaften	Processing	Die Möglichkeit des Ausführens von festgelegten bzw. adjustierbaren Tätigkeiten oder deren Berechnung im Hintergrund.
	Sensing & Actuating	Die Messung von Umgebungswerten (z. B. über Sensoren) sowie die Beeinflussung der Umwelt oder anderer Objekte auf Grundlage der Messung.
	Environment-Awareness	Die Möglichkeit, die kontextuelle Umgebung des Objekts wahrzunehmen (z. B. Sammlung von Daten anderer Objekte), um die eigene Leistung zu verbessern.
	Social-Readiness	Das Aufbauen von sozialen Beziehungen innerhalb des Netzwerks mit anderen Objekten oder Personen.
	Networking	Die Fähigkeit, Teil mehrerer Kommunikationsnetzwerke und -Standards zu verknüpfen.

Tab. 1: Eigenschaften von Smart Objects nach Hernandez und Reiff-Marganiec [74]

Besonders im Bereich der Versorgungsinfrastruktur wie Lager, Häfen und Produktionsstätten wird die steigende Nutzung von Sensorik erhebliche Verbesserungen in der Optimierung der Kapazitätsnutzung und der Orchestrierung von logistischen Aktivitäten mit sich bringen. Ähnlich wie digitale Verkehrssysteme als Ganzes kommunizieren alle Elemente von bspw. einer Fabrik miteinander. Flurförderfahrzeuge geben Informationen über ihre Route – Ladungsträger und Behälter können permanent geortet werden und geben zusätzlich Informationen über den Zustand des transportierten Guts. Der Materialfluss kann sich durch die Schaffung einer Schwarmintelligenz selbst steuern, da jeder Ladungsträger jederzeit seine Start- und Zielposition sowie Zustand kennt. Der vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) entwickelte intelligente Behälter „inBin“ ist ein gutes, bereits existierendes Beispiel hierfür. Der „inBin“ kann sich selbstständig lokalisieren, kommuniziert mit anderen Behältern und Menschen innerhalb des Systems und kann sich dank Energy-Harvesting selbst versorgen. [76] Synchronisiert mit der Position des für die Verladung bestimmten Lkw wird die Produktion und anschließende Kommissionierung bzw. Umlagerung automatisch angewiesen. Außerhalb von Produktions- und Lagerstätten

können intelligente Ladungsträger sofort bei Unregelmäßigkeiten während des Transports wie z. B. die Überschreitung von Temperaturgrenzwerten, heftigen Stößen, aber auch bei einer unbefugten Entfernung von der geplanten Route oder des zugewiesenen Orts reagieren. So wird im Kleinen das erreicht, was durch das Hypermotion Grid für die Verkehrssysteme erfolgen soll.

Auch das Transportequipment digitaler Verkehrssysteme, das heute bereits relativ intelligent ist, wird zukünftig noch intelligenter: Fahrzeuge aller Art verfügen über eine Vielzahl von Sensoren und tauschen permanent Informationen mit der Infrastruktur und anderen Verkehrsteilnehmern aus und können sich somit selbstständig bzw. autonom fortbewegen. Dies schafft neue Möglichkeiten zur Steuerung des Verkehrsflusses und kann den Einsatz von Ampeln und anderer Verkehrssignale überflüssig machen. Forscher des Senseable City Labs des Massachusetts Institut of Technology (MIT) gehen u. a. dieser Frage verstärkt nach und haben hierzu bereits ein theoretisches Konzept bzw. einen Steuerungsalgorithmus für die Eliminierung von Ampeln in modernen Verkehrssystemen entwickelt. [77] Bereits heute werden vor allem auf Autobahnen Geschwindigkeitsbegrenzungen mittels Telematik-Systemen dynamisch auf Basis des Verkehrsaufkommens geregelt. Es ist daher wahrscheinlich, dass dies in digitalen Verkehrssystemen weiter ausgebaut wird. Durch den permanenten Kontakt und Informationsaustausch zwischen Fahrzeug und Infrastruktur muss dies deshalb nicht zwangsläufig über Telematik-Systeme angezeigt, sondern kann direkt auf das Anzeigedisplay des Fahrers übermittelt werden. Autonom fahrende Fahrzeuge können dabei simultan die Geschwindigkeit selbstständig auf das festgelegte Maximum anpassen. Darüber hinaus sind intelligente Fahrzeuge Selbstversorger. Auf Basis ihres Zustands machen sie eigenständig die nächstgelegene Tankstelle oder Versorgungsstation aus, um deren Energiereserven aufzufüllen. Auch der Bezahlvorgang für bspw. Mautgebühren können autonom abgewickelt werden (siehe Kapitel 3.3, Data Analytics & Security). Des Weiteren erkennen intelligente Fahrzeuge den aktuellen Nutzer und wissen über dessen Präferenzen und Destination Bescheid. Im Bereich des ÖPNV können Nutzer dank der Verbreitung von bspw. NFC-Chips<sup>17</sup> und Geofencing (Ortung und Informationsaustausch i.w.S.) berührungslos und auf Basis der tatsächlich zurückgelegten Strecke für die Nutzung von Verkehrsmitteln zahlen.

Gleichzeitig können diese Informationen genutzt werden, um den Nutzern z. B. Informationen zur Auslastung des nächsten Zugs und eventuelle Verspätungen in Echtzeit bereitzustellen.

Damit dies ermöglicht wird, endet Connectivity nicht mit dem System selbst. Auch der Endnutzer tauscht ständig Informationen mit Fahrzeugen und der Infrastruktur aus. Somit wird auch die Mensch-Maschine-Interaktion und Kommunikation ein entscheidendes Konzept in der Vernetzung von Logistik- und Mobilitätssystemen einnehmen. Begonnen mit dem Smartphone halten zunehmend mehr intelligente bzw. smartifizierte Objekte Einzug in unseren Alltag, die Aufschluss über eine Vielzahl von Alltagsbedürfnissen geben und – in ITS integriert – weitere Synergien freisetzen können. So wären z. B. Einkäufe dynamisch in die Routenplanung mit aufnehmbar. Auch können Parameter über den aktuellen Gesundheitszustand in die Personalisierung von Dienstleistungen einfließen. Eine erhöhte Körpertemperatur, übertragen durch eine Smart Watch oder Fit Bits, könnte dem genutzten Transportmittel z. B. Anweisungen zu dessen Klimatisierung geben oder vor sog. Sekundenschlaf warnen. Durch Einsatz von Nanophotonik<sup>18</sup> könnte bei Anzeichen von Unregelmäßigkeiten in den Gesundheitsparametern das Fahrzeug selbst die Kontrolle übernehmen und bei besonders kritischen Abweichungen direkt den nächstgelegenen Ort für ärztliche Versorgung ansteuern.

Die beschriebenen Veränderungen und Anwendungsfälle für Sensorik können allerdings nur unter der Voraussetzung realisiert werden, dass die Infrastruktur, die für die Datenübertragung notwendig ist, kontinuierlich ausgebaut sowie auf dem neusten technischen Stand gehalten und miteinander vernetzt wird. Seit geraumer Zeit ist ein

---

<sup>17</sup> Near Field Communication (NFC) ist ein auf RFID basierender Datenaustauschstandard, der mittels Induktion eine kontaktlose Datenübertragung ermöglicht.

<sup>18</sup> Das Unternehmen Qi Nanophotonics nutzt u. a. das von Körpern ausgestrahlte Licht, um z. B. auf den Gesundheitszustand einer Person zu schließen, aber auch zur Generierung einer biometrischen Verschlüsselung (Quantum Identity). [76]

stetiger Anstieg der Breitbandnachfrage zu beobachten, was sich nochmals durch die kontinuierliche Verbreitung des IoT deutlich verstärken wird. Einer Prognose von *CISCO* zufolge lag der globale IP-Datenverkehr in 2016 weltweit bei etwa 1,2 Zettabytes<sup>19</sup> (ZB), was bis zum Jahr 2021 auf ca. 3,3 ZB ansteigen wird. [79] Die durchschnittliche Wachstumsrate wird mit etwa 24% zwischen 2016 und 2021 erwartet. Daher ist es dringend notwendig Breitbandnetzwerke – sowohl Festnetz als auch Mobilfunk – auf Glasfaser umzustellen bzw. die benötigten Mobilfrequenzen für die Einführung des LTE-Nachfolgers 5G bereitzustellen. Zudem muss die Netzneutralität auch in Zukunft weiterhin sichergestellt werden, damit auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) chancengleich an der Logistik und Mobilität 4.0 partizipieren können.

### 3.1.2 Kernthesen zu Connectivity in digitalen Verkehrssystemen

**Smartifizierung:** Gebäude, Verkehrsträger und Fahrzeuge werden mit Sensorik und Datenübertragungstechnologie ausgestattet und können Informationen in Echtzeit über bspw. ihren Zustand, Belastungsgrad und Umwelteinflüsse geben.

**Kommunikation:** Durch Maschine-zu-Maschine- und Maschine-zu-Mensch-Kommunikation sowie den freien Zugang von Mobilitätsdaten wird das autonome Fahren, gesteuert über ein zentrales Leitsystem, ermöglicht. Geschwindigkeitsbegrenzungen werden dynamisch auf Basis der aktuellen Verkehrslage festgelegt. Hierdurch verschwinden Verkehrsschilder und Ampeln sukzessive aus Verkehrssystemen und die Abgabe von anonymisierten Mobilitätsdaten (z. B. über das genutzte Fahrzeug) wird verpflichtend.

**Priorisierung:** Mit Logistik und Mobilität als zentrales Nervensystem von Städten und Regionen werden Daten zur Steuerung des Verkehrsflusses bei der Datenübertragung vorrangig behandelt werden. Dies sorgt für die Verstärkung des Verkehrsflusses.

## 3.2 Monitoring & Transparency

### 3.2.1 Transparenz als Schlüssel zur digitalen Exzellenz

Connectivity macht eine Vielzahl neuer Datenquellen und Informationen über Mobilität, Logistik und Verkehr zugänglich, die in diesem Maße nie zuvor zur Verfügung standen. Damit diese allerdings effektiv genutzt werden können, *müssen alle Informationen bzw. deren Quellen sinnvoll miteinander verbunden werden, um eine durchgängige Visibilität über alle Prozesse innerhalb sowie den Logistik- und Mobilitätssystemen als Ganzes zu schaffen*. Der Erfolgsfaktor Monitoring & Transparency liefert genau das: Als Grundlage für bereichs- und unternehmensübergreifende Analysen und Prozessabläufe müssen sowohl interne als auch externe Datenquellen an einem zentralen Ort – *dem Single Point of Truth* – verfügbar gemacht werden. Dies umfasst auch die Gestaltung von einheitlichen Datenmodellen und Indikatoren, die als verbindende Faktoren zwischen den diversen Datenquellen dienen. Daten schaffen nur dann Transparenz, wenn diese eine einheitliche Sprache sprechen.

Monitoring & Transparency ist vor allem für die Entscheidungsunterstützung zur Steuerung des Verkehrs, aber auch für die Sicherung der Qualität des Verkehrsmanagements essenziell. Als Output von sowohl Logistik als auch Mobilität bildet Verkehr den gesamten Fluss von Gütern, Personen und Daten in Smart Cities und Regions ab. Eine suboptimale Steuerung dieses Flusses hat in Zukunft noch verheerendere Folgen, als es bereits jetzt in heutigen Verkehrssystemen zu beobachten ist. Verkehrsleitzentralen der Zukunft werden daher eine noch bedeutendere Rolle einnehmen und sich zu einem Schlüsselerfolgsfaktor im Management von Verkehrssystemen der Zukunft entwickeln. Daher steht Monitoring & Transparency besonders im Interesse des öffentlichen Sektors bzw. im

<sup>19</sup> 1,2 Zettabytes entsprechen etwa 96 Exabytes (EB) oder einer Milliarde Gigabytes (GB).

Fokus von Bund und Ländern. Allgemein werden Kommunen in der Datenverwaltung eine prominente Stellung einnehmen, da man ihnen z. B. mehr Vertrauen schenkt als US-Unternehmen aus dem sonnigen Kalifornien. In der Logistik bzw. im Supply Chain Management ist das Konzept des Supply Chain Control Towers seit einigen Jahren bekannt und wird mittlerweile als Grundvoraussetzung für die agile und resiliente Steuerung von global fragmentierten Supply Chains (SC) gesehen. Angelehnt an die Funktionsweise eines Flughafenkontrollturms haben SC Control Towers die Aufgabe, bestmögliche Transparenz in das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk zu bringen und unter Verwendung von bspw. Was-wäre-wenn-Analysen schnell und effektiv operative Entscheidungen treffen zu können. Dieser Ansatz ähnelt bereits stark dem Vorgehen der proaktiven Verkehrssteuerung und wird durch die neu erlangte Connectivity in Logistik- und Mobilitätssystemen perfektioniert werden.

Mit der Entwicklung von Smart und Digital Regions werden auch die Verkehrsleitzentralen diesen Regionen zugeordnet, die nicht zwangsläufig den Einteilungen der heutigen Bundesländer entsprechen (siehe Kapitel 3.6, Funktionale Geografie). Mit der durch Connectivity geschaffenen Transparenz über alle im Einzugsgebiet liegende Infrastruktur und Nutzer bzw. der im Gebiet genutzten Transportmittel wird der Verkehrsfluss flexibel und unter der Beachtung von Key Performance Indikatoren, wie z. B. infrastruktureller Belastungsgrad, durchschnittliche Reisedauer, aber auch die regionale Schadstoffbelastung gesteuert. Darüber hinaus werden zusätzliche Informationsquellen von externen Datenvendoren integriert, um bspw. Prognosen über den Einfluss wechselnder Wetterverhältnisse und Großevents sowie deren Auswirkungen treffen zu können. Eine weitere wichtige Information, die bislang nicht von Verkehrsleitzentralen genutzt werden kann, sind Daten über den Start- und Endpunkt einer geplanten Reise. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad fragen autonom fahrende Fahrzeuge die bestmögliche Route bei den Verkehrsleitsystemen an und übermitteln damit gleichzeitig weiteren Input für die dynamische Steuerung des Verkehrsflusses in Smart Cities und Regions. Dabei ändert sich die Rolle der Verkehrsleitzentralen von einer empfehlungsaussprechenden zu einer tatsächlich kapazitätsallokierenden Instanz in Echtzeit (Steuerung).

Vor allem in urbanen Zentren werden die zur Verfügung stehenden infrastrukturellen Kapazitäten an die sich anmeldenden Fahrzeuge allokiert und fixe Straßenspuren basierend auf der jeweiligen Destination zugeteilt. Auch vorangemeldete Touren von Logistikdienstleistern werden bereits bei der Planung im Verkehrsleitsystem registriert und mit zunehmender Annäherung an den Ausführungstermin den konkreten Straßenspuren bzw. Routen zugewiesen. Anfallende Entgelte zur Nutzung der innerstädtischen Infrastruktur werden auf Grundlage des aktuellen und prognostizierten Auslastungsgrads flexibel angepasst und erhoben (sog. „Surge Pricing“). Darüber hinaus übernehmen künftige Verkehrsleitzentralen nicht nur die proaktive Steuerung des Straßenverkehrs, sondern sprechen ebenfalls Empfehlungen für die bestmögliche und kostengünstigste Alternative zur Erreichung der individuellen Destination aus. Sind bspw. Kapazitäten von Parkhäusern oder Straßen im Allgemeinen nicht verfügbar, können Alternativvorschläge zur Erreichung der Destination durch Ridesharing, der Nutzung des ÖPNV oder der zeitlichen Verlegung der Reise unterbreitet werden. Diese Vorschläge werden dann an Privatpersonen und Mobilitätskuratoren kommuniziert und incentiviert, um Kapazitätsengpässe vermeiden bzw. ausgleichen zu können (siehe Kapitel 3.7, Loyalitätsprogramme).

Nicht nur Verkehrsleitzentralen werden in Zukunft Gebrauch von Control-Tower-Konzepten machen. Verkehrsverbünde und andere Anbieter des ÖPNV können diesen Ansatz nutzen, um ähnlich der Verkehrsleitstellen die operative Geschäftssteuerung zu dynamisieren. Mit der Kenntnis über die individuellen Destinationen ihrer Nutzer können Routen von bspw. Bussen oder Shuttles flexibel gestaltet und an die aktuelle Nachfrage angepasst werden. Der dabei abgerechnete Preis kann ebenfalls an der Nachfrage bzw. der daraus resultierenden Auslastung der Fahrzeuge und der tatsächlich zurückgelegten Strecke abgerechnet werden.

Daten in digitalen Verkehrssystemen bzw. Smart Regions sind demokratisiert und zumindest teilweise für Bürger, Unternehmen und Kommunen offen zugänglich, um das Gesamtoptimum des Verkehrsflusses innerhalb des Systems zu erreichen sowie andere Unternehmen, die auf Mobilität und Logistik angewiesen sind, an diesen Informationen partizipieren zu lassen. Die Control Tower einzelner Unternehmen sind mit dem „Internet of Mobility“ einer Region kontinuierlich verbunden. Dabei basiert die Beziehung der Systemelemente auf der

Maxime des Gebens und Nehmens: Um Zugriff bzw. Informationen zur aktuellen Verkehrslage innerhalb einer Smart City zu erhalten, müssen gleichzeitig Daten über das eigene voraussichtliche Verkehrsvolumen anonymisiert eingespeist werden.

### 3.2.2 Kernthesen zu Monitoring & Transparency in digitalen Verkehrssystemen

**Single Point of Truth:** Datenquellen verschiedener Art werden unter Verwendung einer gemeinsamen, standardisierten „Datensprache“ an einem zentralen Ort zur Verfügung gestellt. Hierdurch wird eine vollständige Transparenz über ganze Verkehrssysteme hinweg geschaffen und unterstützt damit das Flottenmanagement und die Routenplanung von Logistik- und Mobilitätsunternehmen.

**Control Tower:** Der Verkehrsfluss einer Region oder Stadt wird mithilfe eines Control Towers überwacht und proaktiv gesteuert. Dadurch wandelt sich dieser von einer empfehlungsaussprechenden zu einer tatsächlich kapazitätsallokierenden Instanz. Innerstädtische Gebiete werden zu Pflichtzonen für autonomes Fahren, um dies zu ermöglichen. Auch Unternehmen bedienen sich des Control-Tower-Konzepts, um ihre Ver- und Entsorgungsprozesse zu optimieren. Aufgrund der gestiegenen Nachfrage von ganzheitlichen Control-Tower-Lösungen erlebt das Geschäftsmodell des die Supply Chain koordinierenden Fourth Party Logistics Service Providers (4PL) ein Revival.

**Datendemokratisierung:** Daten in Smart Regions sind überwiegend demokratisiert und jedem Bürger, jeder Kommune und jedem Unternehmen zugänglich gemacht (Open-Data-Prinzip). Damit kann das Gesamtsystem Mobilität und Logistik durch beteiligte Unternehmen optimiert werden. Dies verbessert die Verkehrsanbindung von Personen und Unternehmen, die auf eine effiziente Logistik und Mobilität angewiesen sind.

## 3.3 Data Analytics & Security

### 3.3.1 Personalisierte, verlässliche und sichere Transaktionen im digitalen Ökosystem

Wie zuvor erwähnt, ist Monitoring & Transparency stark im Fokus des öffentlichen Interesses, um eine effiziente Informationsversorgung in digitalen Verkehrssystemen zu ermöglichen. Im Vergleich hierzu sind die Aktivitäten bei Data Analytics & Security eher wirtschaftlich bzw. kommerziell orientiert. *Hauptaktivität ist primär die Entwicklung und Gestaltung von personalisierten, optimierten und sicheren Transaktionen innerhalb von digitalen Verkehrssystemen.* Mit der Entwicklung des digitalen Ökosystems, bestehend aus stark spezialisierten Unternehmen, die eng zur Erbringung von Dienstleistungen für den Endkunden kooperieren, werden Kompetenzen wie Data Analytics zu einer der wichtigsten Kernkompetenzen – und ein sicherer, manipulationsfreier Datenaustausch zur Grundvoraussetzung. In der Domäne von Logistik, Mobilität und Verkehr hat Data Analytics zwei übergeordnete Anwendungsfälle. Zum einen kann Advanced Analytics genutzt werden, um operative und taktische Geschäftsprozesse zur Erbringung der Dienstleistung bzw. der Produktion eines Guts zu verbessern. Zum anderen ist Data Analytics ein entscheidender Faktor, um Produkte und Dienstleistungen nach den Vorstellungen des Endnutzers zu personalisieren bzw. kontinuierlich neue Bedarfe zu erkennen – im Idealfall bevor dieser den Bedarf selbst feststellt. Dies zeigt die Interdependenz zwischen dem im vorherigen Kapitel erläuterten Erfolgsfaktor Monitoring & Transparency, auf dessen sinnvolle Verknüpfung diverser Datenquellen Data Analytics aufsetzen kann bzw. solche Analysen erst ermöglicht.

Die gestiegenen Erwartungen an Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen im digitalen Zeitalter erfordert eine Steigerung der operativen Resilienz. Als stark assetintensive Industrien bedeutet dies vor allem deren Verfügbarkeit zu erhöhen und sicherzustellen. Mit der Übertragung neuer Informationen durch smartifizierte Assets wird unter Verwendung von Data Analytics der aktuelle Zustand von bspw. Fahrzeugen kontinuierlich ermittelt und

überwacht, um unvorhergesehene Ausfälle zu vermeiden. Unter Verwendung von Deep Learning werden Analysen vermehrt prädiktiv eingesetzt, um den Wartungsbedarf eines Fahrzeugs genau vorhersagen zu können und präskriptiv Vorschläge zum Austausch genau der Komponenten zu geben, die den Wartungsbedarf hervorgerufen haben bzw. in kurzer Zeit ebenfalls versagen würden. Die Analysen sind dabei mindestens bereichsübergreifend aufgebaut, so dass eine Entscheidung der Wartung auf Basis der Minimierung der gesamten unternehmerischen Opportunitätskosten getroffen wird.

Mit flächendeckender Adoption von Plattformen, auf denen die eigenen Dienstleistungen angeboten werden, wird die operative Planung zunehmend komplexer und bedarf zur optimalen Abwicklung eines verstärkten Automatisierungsgrads (z. B. durch die Anwendung von Maschine Learning, Deep-Learning-Systemen bzw. Künstlicher Intelligenz). Anfragen und Buchungen von Dienstleistungen bzw. Kapazitäten kommen aus verschiedenen Kanälen und müssen im Anschluss sinnvoll gebündelt sowie unter Einbezug des Gesamtoptimums wie z. B. der Gesamt-reisedauer oder -Lieferzeit betrachtet werden. Potenziellen Interruptionen im operativen Umfeld wird proaktiv mithilfe der Definition von Frühwarnparametern entgegengewirkt und deren Auswirkungen auf die eigenen Prozesse und die der nachgelagerten Unternehmen ästmiert. Digitale Logistik- und Mobilitätsketten sind zur Erreichung dieses Planoptimums zumindest in Bezug auf den Austausch von Planungsdaten stark vertikal über diverse Schnittstellen integriert. Nur hierdurch wird z. B. ermöglicht, dass dem Endkunden eine nahtlose multimodale und durchgängige Transportkette zur Verfügung gestellt und bei außerplanmäßigen Zwischenfällen flexibel eine Alternative bereitgestellt werden kann. Gemäß des o. g. Control-Tower-Konzepts wird dies von einem mobilitätskettenübergreifenden Kurator, der die Hauptschnittstelle zum Kunden bildet und in den häufigsten Fällen auch die Plattform bereitstellt, sichergestellt und kontrolliert. Dieser überwacht permanent die geplanten Abfahrts- und Ankunftszeiten der Transportmittel und berechnet auf Grundlage der aktuellen Position des Nutzers verschiedene Ausweichszenarien, falls dieser seine eigentlich gebuchte Abfahrt nicht wahrnehmen kann.

Hierdurch ergibt sich ebenfalls eine fundamentale Änderung in der Planung von Routen und Fahrplänen z. B. im ÖPNV. Diese sind in digitalen Verkehrssystemen deutlich flexibler gestaltet und werden auf der Basis von Nutzerdaten kontinuierlich im wöchentlichen oder monatlichen Ritus verbessert. Über Positionsdaten von Nutzern kann zudem die aktuelle Kapazitätsnutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln genau bestimmt und unter Verwendung historischer Daten flexibler angepasst werden. Genauso erkennen Logistikunternehmen Nadelöhre schneller und effektiver und können ihre vorhandenen Kapazitäten entsprechend allokkieren bzw. erweitern. Dabei können das Forecasting und die Planung von benötigten Transportkapazitäten auf zusätzliche Datenquellen gestützt werden, wie z. B. durch die Ableitung von Korrelationen zwischen Häufungen in Suchmaschinenanfragen oder auf Social-Media-Plattformen und einem Anstieg in der Nachfrage der unternehmenseigenen Dienstleistung.

Wie oben erwähnt, schafft Data Analytics auch in der Entwicklung und Personalisierung von Dienstleistungen einen erheblichen Mehrwert und hilft dabei, die Kernkompetenzen des eigenen Unternehmens stetig weiterzuentwickeln – also die Relevanz am Markt sicherzustellen. Die Digitalisierung einer Vielzahl von alltäglichen Transaktionen wie z. B. der Buchung von Mobilitätsdienstleistungen, ermöglichen Unternehmen – wenn sinnvoll und richtig verknüpft –, ein ganzheitlicheres Bild über jeden einzelnen Kunden bzw. Nutzer zu erhalten und auf dieser Basis ihren Kundenstamm deutlich effektiver zu segmentieren und anzusprechen. Aus dieser Bestellhistorie heraus können Mobilitätsdienstleister bspw. präferierte Transportmittel, aber auch die üblichen Alltagswege und Abfahrtszeiten erkennen. Gleichzeitig können diese Daten genutzt werden, um den Kunden noch früher auf Verspätungen und andere Behinderungen auf diesen Strecken hinzuweisen und ggf. Alternativen anzubieten. Ist dem Nutzer außerdem eine ruhige Atmosphäre wichtig, können bei einer hohen Auslastung des üblichen Verkehrsmittels Angebote für ein sog. Upselling<sup>20</sup> in die erste Klasse oder ein Vorschlag für eine alternative Abfahrt unterbreitet werden. Weiterhin können diese Daten genutzt werden, um die Zustellung von Lieferungen zu optimieren und

---

<sup>20</sup> Upselling beschreibt das Bestreben, einem Kunden eine höherwertige Dienstleistung bzw. ein höherwertiges Produkt anstelle der aktuellen Dienstleistung anzubieten.

die Anlieferzeitpunkte möglichst so zu synchronisieren, dass die Ware tatsächlich ausgeliefert werden kann. Dies bedeutet nicht zwangsläufig eine unmittelbare persönliche Warenübergabe an den Empfänger (siehe Kapitel 3.5, Synchronised Logistics).

Dies ist jedoch nur möglich, wenn der sichere und automatisierte Austausch von Daten und Bezahlvorgängen zwischen Kunden und Unternehmen bzw. zwischen Unternehmen innerhalb des digitalen Ökosystems sichergestellt ist. Deshalb ist es äußerst wahrscheinlich, dass sich das Konzept der Blockchain als ein Standard für einen solchen manipulationsfreien und sicheren Datenaustausch etablieren wird. Vor allem bekannt geworden durch die Internet-Währung Bitcoin bietet die Blockchain-Technologie nicht nur die Möglichkeit Informationen vor Manipulation Dritter zu schützen, sondern kann gleichzeitig auch für die sichere Durchführung von (monetären) Transaktionen genutzt werden. Kooperationsverträge und das Bezahlen von in Anspruch genommenen Dienstleistungen werden über ein dezentrales Netzwerk von allen angeschlossenen Parteien validiert und schaffen somit eine Verteilung des Risikos eines Gesamtausfalls bzw. Datenverlusts aufgrund von Cyber-Attacken – bei simultaner Eliminierung von Mittelsmännern. Mithilfe der Blockchain wird die Möglichkeit gegeben, Informations-, Material- und Finanzströme miteinander zu verbinden, was neben dem Internet und IoT-Anwendungen eine große Disruption von vielen Logistikprozessen ermöglicht. Der Reisekonzern TUI nutzt bspw. die Blockchain-Technologie, um seine Bettenkapazitäten in Echtzeit zu verwalten und zunächst intern zugänglich zu machen. [80]

Übertragen auf die Gestaltung von Logistik- und Mobilitätsketten kann dies zu einer Steigerung der Planungseffizienz und Echtzeit-Monitoring der Netzwerkbelastung führen. Transport- und Lagerkapazitäten können damit in Echtzeit transparent gemacht, automatisch geplant und auf Basis der aktuellen Nachfrage abgerechnet werden. Gleichzeitig kann die Frachtdokumentation vereinfacht (u. a. durch Eliminierung von Sub-Aufträgen) sowie mit dem Bezahlen als auch der Zollanmeldung von Warensendungen und Transportdienstleistung verknüpft werden.

Die Nutzung von Blockchain ermöglicht zudem die unveränderbare Speicherung von Daten über bspw. die Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Rohstoffe können damit tatsächlich bis an ihren Ursprung verfolgt werden und verursachte Emissionen sowie Modifikationen am Gut selbst unveränderbar hinterlegt werden. Damit ist nicht nur eine genauere Überwachung von Zeit und Kosten einzelner Prozessschritte, sondern auch eine optimierte Bilanzierung von Emissionen oder die Genuinität von fair gehandelten Produkten sichergestellt. Das IT- und Beratungsunternehmen IBM in Zusammenarbeit mit dem Start-up Everledger nutzt bspw. diese Technologie, um die Herkunft von Diamanten rückverfolgbar zu machen und so die Verbreitung von sogenannten Blut- bzw. Konfliktdiamanten zu reduzieren. [81]

Auch der Endnutzer selbst wird zukünftig mithilfe von auf Blockchain basierenden Lösungen sein zur Verfügung stehendes Einkommen budgetieren können und Bezahlvorgänge automatisieren. Selbst festgelegte Beträge können bestimmten Kategorien zugewiesen und in die Verantwortung von smartifizierten Gegenständen übertragen werden. Ein Beispiel hierfür ist das von dem Automobilzulieferer ZF Friedrichshafen entwickelte „eWallet“, welches die Möglichkeit bietet, den Bezahlvorgang für das Laden von Elektrofahrzeugen zu automatisieren. [82] Damit wird sichergestellt, dass das festgelegte Budget für z. B. Mobilität nicht überschritten und der Bezahlprozess für Gebühren dennoch automatisiert werden kann. Zudem hilft dieses Konzept, sowohl den Nutzer an sich als auch seine Transaktionen zu validieren. Im Kontext von digitalen Verkehrssystemen kann dies dafür genutzt werden, um Buchungen innerhalb von Mobilitätsketten unter den involvierten Unternehmen zu verifizieren und ggf. die Buchung von einem Dienstleister auf einen anderen zu übertragen. Dies optimiert und automatisiert auch den Bezahlvorgang zwischen Privatpersonen, z. B. bei der Nutzung von Ridesharing-Angeboten. Jeder Bürger wird in Zukunft eine Art „digitalen Zwilling“ besitzen, in dem mehrere solcher Blockchain-Anwendungen zusammenlaufen und somit eine validierte, digitale Identität generieren. Diese Identität kann neben den regulären Identitätsdokumenten (z. B. Meldebescheinigungen, Ausweiskopien, Schwerbehindertenausweise, etc.) durch das Hinzufügen und Verknüpfen weiterer Datenquellen wie z. B. Schufa-Auskünfte, Bewertungen von Profilen bei Diensten wie Uber oder AirBnB sowie Bankinformationen und Depots für Crypto-Währungen beliebig erweitert werden. Der „digitale Zwilling“ bietet darüber hinaus die Grundlage für die Gestaltung und Buchung von individuellen Mobilitätsdienstleistungen.

### 3.3.2 Kernthesen zu Data Analytics & Security in digitalen Verkehrssystemen

**Prognosen:** Die neu gewonnene Datentransparenz zusammen mit dem Aufbau von Datenanalysekompetenzen ermöglicht es, die operative Resilienz von Unternehmen zu steigern sowie Bedarfe des Kunden und der eigenen Assets noch vor Eintritt zu erkennen. Predictive Maintenance, Demand Sensing und Echtzeit-Szenario-Analysen helfen dabei, dies zu realisieren. Transportkapazitäten werden flexibilisiert und der tatsächlichen Nachfrage angepasst sowie Fahrpläne und festgelegte Routen entsprechend der Nachfrage dynamisiert und mindestens wöchentlich optimiert. Gleichzeitig managen sich Fahrzeugflotten teils selbst, indem sie sich im optimalen Zeitpunkt außer Dienst stellen und Wartungsarbeiten durchführen lassen. Darüber hinaus findet eine Segmentierung der Kundenbedürfnisse auf Einzelperson-Niveau inkl. der Erstellung eines detaillierten Mobilitätsprofils sowie Bestellverhaltens statt.

**Alerting:** Frühwarnsysteme werden Unternehmen dabei unterstützen, Störfaktoren in ihren Versorgungs- und Transportnetzwerken schneller zu erkennen, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten.

**Blockchain:** Blockchain kann die Rückgrat-Technologie von Logistik und Mobilität 4.0 werden und jedem Bürger eine sichere, validierte und Digitale Online-Identität geben, die Grundlage für alle Transaktionen des digitalen Ökosystems wird. Darüber hinaus können Dokumentations- und Bezahlprozesse massiv vereinfacht, beschleunigt und automatisiert werden. Durch die Verbindung von Material-, Informations- und Finanzströmen werden logistische Prozesse vereinfacht. Kapazitäten können in Echtzeit eingesehen sowie automatisch geplant und abgerechnet werden. Darüber hinaus werden Daten über die Herkunft von bspw. Rohmaterialien und Veränderungen an diesen manipulationsfrei dokumentiert und tragen somit zur Reduzierung von z. B. Konfliktrohstoffen bei.

## 3.4 Sustainability

### 3.4.1 Nachhaltige Mobilität und Logistik auf allen drei Dimensionen

Mit Sustainability/Nachhaltigkeit erreicht dieses Kapitel den ersten Erfolgsfaktor, der nicht nur auf dem vorherigen Gestaltungsparameter aufbaut, sondern in seiner ganzen Dimension nur mit der Verbindung aller vorhergegangenen Elemente des Hypermotion Grids zu erreichen ist. Gleichzeitig ist Sustainability eine der Dimensionen, die den Endnutzer und Unternehmen gleichermaßen stark beeinflussen wird. Entsprechend dem in Kapitel 2.3 vorgestellten gewichteten Säulen-Modell wird der Nachhaltigkeitsfokus von digitalen Verkehrssystemen verstärkt auf der ökologischen Dimension liegen, die die Grundlage für eine holistische Nachhaltigkeit des Gesamtsystems bildet. Der Bedarf für unternehmerische Nachhaltigkeit wird dabei massiv von der Nachfrage der Endnutzer getrieben werden.

Mit der enorm gestiegenen Transparenz über Waren- und Personenflüsse wird u. a. ein bisher zu komplexes Besteuerungs- bzw. Handelssystem für klimarelevante Treibhausgase ermöglicht, so dass eine Sozialisierung der öffentlichen Kosten möglich wird. Ähnlich des im Luftverkehr bereits seit 2012 eingesetzten Emissionshandels ist es denkbar, dass regionale Besteuerungen auf Basis der direkt und indirekt produzierten bzw. verursachten Emissionen eingeführt werden – für Privatpersonen und Unternehmen. Vergleichbar mit der Kontingentierung von Müllentsorgungskapazitäten in einigen deutschen Kommunen, wird Privatpersonen und Unternehmen jährlich eine bestimmte Menge an Emission zugesprochen, die von diesen kostenlos verbraucht bzw. emittiert werden dürfen. Gleich dem Vorbild des Luftverkehrs wird dieses Kontingent stetig reduziert, um das Volumen der gesamten emittierten Treibhausgase im Allgemeinen zu verringern. Einfluss auf diesen Verbrauch nehmen eine Vielzahl von Entscheidungen wie z. B. die genutzten Verkehrsmittel, in Anspruch genommene Dienstleistungen, Bestellungen und andere Logistikdienste, aber auch im Supermarkt gekaufte Produkte. Nicht genutzte Kontingente können über zentrale Plattformen zu einem dem Angebot bzw. der Nachfrage entsprechenden Preis an Dritte übertragen

werden. Darüber hinaus erhalten Nutzer die Möglichkeit durch sog. „Carbon Offsetting“<sup>21</sup> ihren zu versteuernden Emissionsbetrag zu reduzieren. Somit ist der Einfluss auf die Umwelt bei der Auswahl von Mobilitätsdienstleistungen und Fahrzeugen ein kritischer Faktor in digitalen Verkehrssystemen.

Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, stehen vor allem Dienstleister unter einer Doppelbelastung. Sie müssen nicht nur ihren eigenen Carbon Footprint regulieren, sondern auch Mobilitätsdienstleistungen anbieten, die das Emissions- oder Mobilitätsbudget ihrer Kunden möglichst wenig belastet. In digitalen Verkehrssystemen sind City-Mautgebühren dynamisch gestaltet und richten sich unter anderem nach der aktuellen Emissionsbelastung, Lärmbelästigung und dem Gesamtenergieverbrauch einer Smart Region. Basierend auf den verschiedenen Fahrzeugtypen, Antriebsarten und Auslastungsgrad ändert sich die anfallende Mautgebühr und somit der Preis für die Bereitstellung einer Dienstleistung. Ähnlich der Inhaltsstoffe bei Lebensmitteln müssen Informationen zum Nachhaltigkeitsgrad der Dienstleistung sichtbar gemacht und dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden. Mobilitätskuratoren können darauf basierend dem Endnutzer stets die auf den Gesamtkosten basierende günstigste Mobilitätskette erstellen. Mit der Incentivierung von Verkehrsverlagerungen seitens der für die Smart Cities und Digital Regions verantwortlichen Verkehrsleitenden, haben Kuratoren zusätzlich die Möglichkeit weitere Emissionskontingente zu erwerben. Entsprechend der gesetzten Quote für erneuerbare Energien ist es darüber hinaus denkbar, dass Mobilitäts- und Logistikunternehmen mindestens 10% ihrer verbrauchten Energie aus erneuerbaren Quellen beziehen müssen, um einer weiteren Besteuerung zu entgehen.

Endnutzer und Fahrzeugbesitzer haben in digitalen Mobilitätssystemen ebenfalls eine Vielzahl an Möglichkeiten, ihren Carbon Footprint bzw. die Grundlage für eine Emissionsbesteuerung zu beeinflussen. Neben dem bereits erwähnten „Carbon Offsetting“ können anfallende Emissionen durch die Erhöhung der eigenen Fahrzeugauslastung in Relation reduziert werden. Die z. B. für eine Reise anfallenden Emissionen können unter den Mitreisenden frei verteilt werden. Auch sind weitere Incentivierungen wie bspw. eine Gutschrift von Emissionen denkbar, wenn der Nutzer ein anderes Verkehrsmittel bzw. eine andere spätere Abfahrt o. Ä. wählt (siehe Kapitel 3.7, Loyalitätsprogramme). Besonders umweltfreundliche Verkehrsmittel wie z. B. Fahrräder oder Pedelecs könnten hierdurch in ihrer Attraktivität nochmals gesteigert werden und die Nachfragen nach motorisiertem Individualverkehr im Vorfeld reduzieren. Dies könnte darüber hinaus in Kombination mit einer exklusiven Öffnung von bestimmten innerstädtischen Arealen für eine eingeschränkte Anzahl von Verkehrsmitteln wie bspw. Fahrräder oder den öffentlichen Nahverkehr verstärkt werden.

Eine der Hauptfragen der ökologischen Nachhaltigkeit im Verkehrssektor wird auch in Zukunft die Dekarbonisierung bleiben. Aus der Sicht des aktuellen Stands des technologischen Fortschritts wird Elektromobilität zwar eine signifikante Rolle in der Dekarbonisierung des Verkehrs spielen, jedoch nicht das Problem alleine lösen. Digitale Verkehrssysteme werden vielmehr mithilfe einer dynamischen Zusammensetzung diverser alternativer Antriebstechnologien zur Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit von Verkehr, Mobilität und Logistik beitragen, die auf Echtzeit-Belastungswerten der Smart City oder Region ausgewählt werden. Vorrangig in den Innenstädten werden jedoch hauptsächlich geteilte Ressourcen mit elektromotorisierten Antrieben vorzufinden sein, da diese häufig nur für die Überwindung von kurzen Strecken genutzt werden. Damit ist auch die Reduzierung von gesundheitsschädlichen Schadstoffen wie NOx auch in hochbelasteten Städten möglich.

Wie eingangs erwähnt müssen zukünftige Verkehrssysteme die Nachhaltigkeitsdimension *Soziales* noch stärker berücksichtigen. Auf Grundlage eines detaillierten Nutzerprofils, das sowohl durch den Nutzer als auch durch eine kontinuierliche Analyse der Buchungshistorie bzw. weitere einem Mobilitätskuratoren freigegebenen Datenquellen erstellt wurde, können persönliche Einschränkungen des Nutzers bei der Planung und Erstellung von Mobilitätsketten berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind auf Telematik basierende Verkehrsbeschilderungen

<sup>21</sup> Carbon Offsetting ist eine Möglichkeit der Kompensation der eigenen verursachten Emissionen durch z. B. die Unterstützung von Klimaprojekten.

und Wegweiser als digitaler Zwilling in bspw. einer Navigationsapplikation verfügbar und können dem Nutzer in seiner Muttersprache angezeigt werden. Solche Navigationsfunktionen berücksichtigen gleichzeitig die physischen Einschränkungen des Nutzers und leiten diesen entsprechend durch Zugangspunkte für öffentliche Verkehrsmittel wie z. B. Bahnhöfe. Mobilitätseingeschränkte Personen, die bislang daran gehindert sind, sich selbstständig mit motorisierten Fahrzeugen fortzubewegen, profitieren durch den Einsatz von autonom fahrenden Fahrzeugen, die dieser Nutzergruppe eine deutlich höhere Eigenbestimmung zurückgibt sowie eine soziale Inklusion fördert. Auch die Lärmbelastung und Folgen von bspw. dauerhaften Erschütterungen durch schienengebundene Verkehre sowie deren Auswirkungen auf Gebäude können durch die Digitalisierung besser erfasst werden und somit die dadurch anfallenden sozialen Kosten internalisiert werden.

Mit dem Einsatz von autonomen Fahrzeugen wird gleichzeitig die allgemeine Verkehrssicherheit in urbanen Räumen steigen. Zudem ist anzunehmen, dass die vorhandene Infrastruktur mittels M2M-Kommunikation effizienter – und vor allem effektiver – auf die Verkehrsteilnehmer aufgeteilt werden kann und somit dem Ungut Stau entgegenwirkt. Es ist daher denkbar, dass eine City-Maut zusätzlich eine Art Unfallpauschale für manuell fahrende Fahrzeuge einpreisen könnte. Diese wäre dann abhängig von der tatsächlich manuell gefahrenen Zeit. Zudem schaffen vor allem die Erfolgsfaktoren Connectivity und Data Analytics & Security weitere Möglichkeiten, die soziale Nachhaltigkeit von digitaler Mobilität und Logistik zu erhöhen. Durch die bereits heute in manchen Fahrzeugen verbaute Sensorik zur Erkennung von Müdigkeitserscheinungen seitens des Fahrers können Fahrzeuge bei ersten Anzeichen selbst die Kontrolle übernehmen, um das Unfallrisiko zu senken. Gleiches wäre für Arbeiter in Produktionsstätten denkbar, die z. B. mit Smart Glasses/Brillen ausgestattet sind und bei Anzeichen von zu starker Belastung oder Müdigkeit rechtzeitig gewarnt werden. In manchen Teilen wäre sogar die Erfassung über Nanophotonik denkbar.

### 3.4.2 Kernthesen zu Sustainability in digitalen Verkehrssystemen

**Carbon Footprinting/Dekarbonisierung:** Emittierte Treibhausgase und Schadstoffe werden für Bürger und Unternehmen kontingentiert sowie deren Emittierung dokumentiert bzw. deren Dokumentation verpflichtend. Nach Überschreitung des eigenen Kontingents müssen neue Zertifikate über den Sekundärmarkt erworben oder der Überschuss versteuert werden. Unternehmen müssen zudem, ähnlich den Nährstoffangaben auf Lebensmitteln, Referenzwerte zur Umweltbelastung ihrer Produkte und Dienstleistungen angeben.

**Universelle Mobilität:** „Universal Design“ wird sich zu einem der Standardprinzipien für Mobilitätsdienstleistungen und -infrastruktur durchsetzen. Personen werden individuell auf Basis der eigenen Einschränkungen durch Mobilitätssysteme gelenkt.

**Kosten-Sozialisierung:** Neben Emissionen werden andere öffentliche Ungüter wie z. B. Staus, Unfälle, Schäden durch Erschütterungen und Lärmbelastung in Form einer dynamischen City-Maut-Gebühr internalisiert werden. Dabei wird ebenfalls die Art der Betreibung eines Fahrzeugs (autonom/manuell) berücksichtigt.

## 3.5 Synchronised & Urban Logistics

### 3.5.1 Wertschöpfung synchronisiert bis ins kleinste Detail

In Zeiten der drastischen Beschleunigung von Liefer- und Transportketten wird Synchronised Logistics vor allem ein Erfolgsfaktor für den Wohlstand von Regionen, Städten und deren Bewohnern. Logistik wird mehr denn je ein entscheidender Faktor für den Erfolg von Unternehmen und Regionen bleiben. *Synchronised Logistics bedeutet eine bis auf den kleinsten Prozessschritt abgestimmte Synchronisation und Orchestration von weltweiten Wert-*

*schöpfungsaktivitäten, für die individuellen Bedarfe des (End-)Konsumenten.* Dabei werden die größten Veränderungen bzw. Potenziale hauptsächlich im Bereich der Produktion und der Bewältigung der letzten Meile durch die Digitalisierung sichtbar.

Industrie 4.0, die auch als Zusammenspiel der Erfolgsfaktoren Connectivity, Monitoring & Transparency sowie Data Analytics & Security gesehen werden kann, hat das Ziel synchronisierte Ver- und Entsorgungsprozesse zu gestalten. Durch die dadurch erzielten geringeren Produktions- und Transportkosten und eine höhere Nachhaltigkeit wird eine Fertigung näher am Ort des Konsums bzw. Kaufs ermöglicht, was im digitalen Zeitalter auch notwendig ist, um den gestiegenen Anforderungen an die Liefergeschwindigkeit von (personalisierten) Bestellungen gerecht zu werden. Einer der zuvor angesprochenen Wegbereiter ist die gestiegene Verfügbarkeit von Automatisierungsmöglichkeiten in der Produktion wie z. B. Robotik. Durch den vermehrten Einsatz einer Roboter-Arbeiterschaft werden nicht nur die Stückkosten der produzierten Güter gesenkt, sondern auch ein Produktionsbetrieb rund um die Uhr ermöglicht. Darüber hinaus bietet die Verzahnung von Logistik und additiven Fertigungstechnologien (wie z. B. 3D-Druck oder selektives Lasersintern) die Möglichkeit einer ganzheitlichen Optimierung von Wertschöpfungsaktivitäten. Die Produktion von Gütern kann hierdurch zentral orchestriert, jedoch dezentral ausgeführt werden. Während das Design und Fertigungsprogramm zentral von einem Unternehmen verantwortet wird, wird die tatsächliche Produktion von diversen Unternehmen bzw. beteiligten Personen durchgeführt. Eine Vielzahl an Produkten und deren Ersatzteile können unter der Verwendung von z. B. 3D-Druck somit nochmals dezentral von eigentlichen Produktionsstätten produziert und schneller zum Endkunden geliefert werden, falls dieser seine Bestellung nicht selbst zu Hause drucken oder in einem Makerspace<sup>22</sup> o. Ä. abholen möchte. Die Produktion wird im digitalen Zeitalter also deutlich autonomer und flexibler auf Abruf gestaltet werden. Dies ist besonders in urbanen Ballungsgebieten von großer Bedeutung, um den gestiegenen Kosten aufgrund der Verknappung von infrastrukturellen Kapazitäten entgegenzuwirken.

Die additive Fertigung im Allgemeinen wird sich hauptsächlich im Bereich der Personalisierung von Gütern sowie der effizienten Beschaffung von (kritischen) Ersatzteilen als eine der Schlüsseltechnologie bewähren. Nicht nur Dienstleistungen, sondern auch physische Produkte sind vermehrt individualisiert und, im Falle von Kleidungsstücken wie z. B. Schuhen, teilweise auf den jeweiligen Kunden zugeschnitten. Eine Fertigstellung des Produkts wird also an vielen Orten möglich und hängt, wie bereits erwähnt, von den Präferenzen des Kunden ab. Hinzu kommt der vermehrte Einsatz von Co-Kreation-Ansätzen, bei denen Produkte erst gemeinsam mit dem Kunden oder Nutzer kreiert werden. Im Bereich der Ersatzteillistik ermöglicht 3D-Druck zum einen eine Reduzierung des Lagerbestands, aber auch eine schnelle Verfügbarkeit benötigter Teile. Wenig komplexe Teile können mit relativ schneller Geschwindigkeit gedruckt und geliefert werden, was die Ausfallzeit von Maschinen und Fahrzeugen drastisch reduzieren kann, da hierdurch eine potenzielle Verzögerung durch Lieferengpässe vermieden bzw. deutlich reduziert wird. Die Logistikdienstleister UPS und FedEx bieten eine derartige Dienstleistung für Ersatzteile bzw. speziell gefertigte Implantate mit einer Lieferung am nächsten Tag bzw. innerhalb von 24 Stunden an. [83, 84] Produkte werden also zu Objekten, die als „Spime“<sup>23</sup> bezeichnet werden. Spimes sind Objekte, die hauptsächlich Meta-Daten darstellen – also vollkommen digital sind – und eine beliebig häufige Anzahl von physischen Inkarnationen haben können. Spimes können durch Raum und Zeit sowie über ihren gesamten Lebenszyklus verfolgt und deren Daten analysiert werden, was zu mehr Nachhaltigkeit im Umgang mit Gütern führen soll. [85] Spimes und ihre Inkarnationen haben hierfür eine eindeutige Identifikationsnummer, die unwiderruflich mit dem Kunden und jede auf das Spime bezogene Transaktion verbunden ist. Mithilfe von z. B. RFID-Chips wird diese kontinuierliche Überwachung ermöglicht. Das führt in letzter Konsequenz dazu, dass Hersteller zu Softwareliefer-

<sup>22</sup> Makerspaces sind kollaborative Arbeitsflächen, die häufig dafür ausgelegt sind, schnelle Prototypen von Design-Ideen zu erstellen. Deshalb sind diese oft mit Equipment wie 3D-Druckern ausgestattet.

<sup>23</sup> Der Begriff „Spime“ ist ein Neologismus aus den englischen Worten „Space“ und „Time“. Er soll die Verfolgbarkeit dieser Objekte durch Raum und Zeit unterstreichen.

ranten ihrer eigenen Produkte werden und eine zunehmende Individualisierung der Endprodukte entsteht, da stark individuelle Komponenten von unterschiedlichen Produktionsstandorten verwendet werden.

Dies bedeutet gleichzeitig auch, dass sich die Art von Fracht und deren Volumen im digitalen Zeitalter verschieben wird. Durch die On-Demand-Produktion und die Rückverlagerung von Wertschöpfungsaktivitäten (sog. „Reshoring“ bzw. „Nearshoring“) werden zunehmend Bulkware (wie z. B. Granulate) in Smart Regions transportiert. Gleichzeitig wird der Transport von fertigen Gütern durch die Digitalisierung und die Finalisierung durch den Endkunden selbst abnehmen. Zudem machen mit dem Kunden co-kreierte Produkte bzw. die Einarbeitung seiner Individualisierungswünsche eine Produktion im Voraus bzw. den Aufbau von Sicherheitsbeständen faktisch unmöglich. Nichtsdestotrotz wird der internationale Frachtverkehr weiterhin eine weitere Quelle für den Wohlstand von Smart Regions darstellen, da die Wirtschaftsstruktur noch wesentlich arbeitsteiliger sein wird, als dies ohnehin schon der Fall ist. Ähnlich der Verkehrssysteme von Smart Regions sind globale Wertschöpfungsnetzwerke durch die Nutzung von Sensorik und dem Teilen von Daten und Informationen für alle Unternehmen einer Supply Chain transparent. Zulieferer können sich dank der gewonnenen Datentransparenz mit den nachfolgenden produzierenden Unternehmen synchronisieren, was eine verbesserte Kapazitätsplanung und Reduktion von Beständen im großen Stil zur Folge hat (d. h. zentrale Koordination und dezentrale Exekution). Darüber hinaus können Störfaktoren über Frühwarnsysteme gemeldet und antizipiert sowie rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Zusätzlich ermöglicht die Anwendung von erweiterten Demand-Sensing-Methoden, die Korrelationen von Social Media und Suchmaschinenaktivitäten mit dem Produktabsatz berücksichtigen, die Genauigkeit der Absatzprognose zu erhöhen und somit die Bestandsituation des gesamten Netzwerks weiter zu optimieren.

Mit dem veränderten Bestellverhalten und den eingeschränkten infrastrukturellen Kapazitäten in urbanen Räumen sind außerdem innovative Konzepte für die Erbringung von Dienstleistungen in der letzten Meile notwendig. Produkte, die nicht vom Endkunden gedruckt werden können oder wollen, werden in urbanen Umschlagszentren, die sich meist am Rande einer Smart City oder Region befinden, bearbeitet und für diverse Auslieferungsmöglichkeiten vorbereitet. Mit der Verbreitung von autonom fahrenden Fahrzeugen wird zudem eine Vielzahl neuer Belieferungskonzepte ermöglicht. Ungeachtet des Besitzes eines autonom fahrenden Fahrzeugs können diese genutzt werden, um Bestellungen des Nutzers an jenen Umschlagszentren oder an dezentralen Lieferorten in Empfang zu nehmen. Die Abholzeitpunkte können auf Basis von Synchronised Logistics dabei so geplant werden, dass sie vorrangig zwar immer noch die Zeit bis zum Erhalt der Ware durch den Endkunden reduzieren, jedoch gleichzeitig ein ganzheitlicheres Planoptimum und eine effizientere Nutzung aller benötigten (infrastrukturellen) Kapazitäten erreichen. So ist es z. B. denkbar, dass geteilte autonom fahrende Fahrzeuge vor Abholung des aktuellen Nutzers dessen Bestellungen an einem dieser Umschlagspunkte abholen. Ebenso können Fahrzeuge, die einem Nutzer gehören, dessen Bestellungen abholen, wenn dieser bspw. am Arbeitsort oder anderweitig beschäftigt ist. Das bereits in Deutschland und Schweden getestete [86, 87] Prinzip der Lieferung in den Kofferraum eines Fahrzeugs bietet ein weiteres Konzept für die Bewältigung der letzten Meile in digitalen Verkehrssystemen. Durch die Kommunikation zwischen dem Fahrzeug des Kunden und dem Zustellungsunternehmen können diese den optimalen Übergabeort auf Basis von z. B. historischen Daten über die Position des Kundenfahrzeugs oder über die Übermittlung von Kalenderdaten des Nutzers ausgehandelt werden. Des Weiteren kann das Prinzip der Kofferraumlieferung auch auf andere Türen übertragen werden. Der von Amazon vorgestellte „Amazon Key“ bietet Zustellern bspw. die Möglichkeit Pakete direkt in die Wohnung des Empfängers zu liefern. [88] Die Lieferung wird dabei von einer Kamera gefilmt und kann vom Empfänger in Echtzeit über eine App mitverfolgt werden. Darüber hinaus ist der Ausbau von stationären Paketübergabesystemen wie Paketstationen und Paketshops essentiell, um vor allem große bzw. mehrteilige Lieferungen effizient zustellen zu können. Hierdurch wird zudem ein positiver Effekt im Sinne einer Reduzierung des Lieferverkehrs erzielt, da die Zustellung von Auslieferungen pro Tour-Stopp drastisch erhöht werden kann.

Auch der Einsatz von Drohnen und Lieferrobotern ist vor allem für die Feinverteilung von Lieferungen denkbar. Heutige Lieferfahrzeuge wären z. B. in stark besiedelten Flächen mit einer gewissen Anzahl an kleineren Lieferrobotern ausgestattet, die mehrere Kunden einer Straße oder angrenzenden Gebieten gleichzeitig beliefern. Gleich-

zeitig können Drohnen für besonders dringende Lieferungen eingesetzt werden. Die Kapazität für solche Lieferungen wird jedoch relativ begrenzt und für tatsächlich dringende und teilweise lebensnotwendige Lieferungen reserviert sein. Diese können lebensnotwendige Medikamente, aber auch die Lieferung von kleineren Ersatzteilen, die zur Instandsetzung eines Verkehrsmittels benötigt werden, sein. Überkapazitäten wären dann für den restlichen Markt verfügbar, um dringende Lieferungen möglichst schnell in urbanen Regionen zu transportieren. Anders wäre dies in weniger stark besiedelten oder schwer erreichbaren Gegenden, wo ein vermehrter Einsatz von Drohnen wahrscheinlicher ist. Hier wäre es auch denkbar, dass Lieferfahrzeuge mit einer bestimmten Anzahl an Drohnen, anstelle von Lieferrobotern, ausgestattet sind, um mehrere Kunden gleichzeitig zu beliefern.

Daneben wird der herkömmliche Weg der Zustellung auch weiterhin bestehen bleiben. Die Herausforderung der zunehmend fragmentierten und in kürzeren Abständen folgenden Bestellungen wird und muss im digitalen Zeitalter kollaborativ gelöst werden. Auf Plattformen wie z. B. „Flexport“ oder „uShip“ werden Frachtvolumen und Transportkapazitäten zwischen Logistikdienstleistern nicht nur angeboten und gehandelt, sondern auch getauscht und realloziert, um eine möglichst hohe Auslastung der eigenen Assets und ggf. eine Reduzierung von City-Mautgebühren zu erzielen. Wertvollstes Gut ist in diesem Fall die Information.

Das Prinzip des kollaborativen Wettbewerbs wird demnach die Logistik in Smart Cities und Digital Regions bestimmen. Auch Privatpersonen können in diese Art von Plattformen eingebunden werden und ihre Kapazitäten für den Transport von Gütern anbieten (siehe Kapitel 3.7, Crowd Logistics). Darüber hinaus ist es denkbar, dass Konzessionen für bestimmte Gebiete an einzelne Logistikdienstleister vergeben werden, um eine effiziente Warenversorgung und Kollaboration unter den Dienstleistern sicherzustellen. City-Logistik-Konzepte scheiterten bislang u. a. an der Analyse und Verarbeitung von großen Mengen an Informationen, was mit der Digitalisierung und Verbreitung von Advanced Analytics deutlich verbessert wird. Synchronised & Urban Logistics ist deshalb eine absolute Voraussetzung für eine erfolgreiche City Logistik.

### 3.5.2 Kernthesen zu Synchronised & Urban Logistics in digitalen Verkehrssystemen

**Automatisierung:** Durch den vermehrten Einsatz von Robotik wird die Produktion kommodifiziert und flexibel dezentral auf Abruf gestaltet. Hierdurch werden einige Produktionsstätten wieder näher an den Ort des Gebrauchs verlagert. Die Produktion von Gütern wird dabei zentral koordiniert und dezentral exekutiert.

**Orchestrierung:** Die pluralistischen Lebensweisen im digitalen Zeitalter erfordern eine maximale Flexibilität an Zustelloptionen mit hohem Convenience Faktor in der letzten Meile. Zustellungen müssen in den Alltag des Kunden integriert und Versorgungsprozesse auf dessen Verhalten synchronisiert werden. Die verschiedenen Zustelloptionen können auf Basis der aktuellen Nachfrage und Situation dynamisch bepreist werden, um Zusatzeinnahmen zu generieren bzw. Lieferverkehre einzusparen oder die Auslastung der eigenen Assets zu erhöhen. Zudem wird die Lieferung der letzten Meile durch Drohnen und Lieferroboter unterstützt werden, die mehrere Kunden gleichzeitig beliefern. Darüber hinaus werden Logistiknetzwerke nach dem Prinzip des kollaborativen Wettbewerbs gestaltet, was durch die Vergabe von Konzessionen in Smart Regions an einzelne Dienstleister nochmals forciert wird.

**Individualisierung:** Nicht nur Dienstleistungen, sondern auch physische Produkte werden individualisiert sein – viele davon werden mit dem Kunden gemeinsam individuell entwickelt. Unternehmen werden zu Softwarelieferanten und Produkte zu „Spimes“, die über ihren kompletten Lebenszyklus rückverfolgbar sind. Damit verlagert sich die Endfertigung von Produkten an viele Orte und eine Produktion auf Lager ist nur für bestimmte Teile eines Produkts möglich, was die Netzwerkkomplexität für Unternehmen nochmals steigert. Um dem entgegenzuwirken, werden Lieferungen für Kunden auf Basis von Predictive Analytics teilweise vorausschauend durchgeführt werden, bevor der Kunde eine Bestellung tätigt bzw. seinen Bedarf vollständig erkannt hat.

## 3.6 Smart & Digital Regions

### 3.6.1 Nachhaltige und vernetzte Regionen

Städte und Regionen in ihrer aktuellen Form sind maßgeblich das Produkt der veränderten sozio-ökonomischen Umstände, ausgelöst durch die erste industrielle Revolution im späten 18. Jahrhundert. Das gestiegene Angebot an Arbeitsplätzen in Städten führte zu einer Landflucht und zur Formierung von bis heute bestehenden urbanen Zentren. Mit den tiefen Änderungen durch die Digitalisierung und die damit verbundene vierte industrielle Revolution ist daher eine deutliche Veränderung von Städten und Regionen mehr als wahrscheinlich. *Smart Regions im digitalen Zeitalter sind ein Konglomerat von urbanen Zentren, die untereinander und mit allen Elementen innerhalb dieser Region vernetzt sind. Diese Regionen werden unter der Maxime der ganzheitlichen Nachhaltigkeit – d. h. ökonomisch, ökologisch und sozial – geführt und anhand dieser Performance bewertet.*

Einer der wesentlichen Paradigmenwechsel in der Betrachtung von Smart Cities und Regions ist deren formale Einteilung. Wie bereits zuvor angedeutet, werden im digitalen Zeitalter funktionale Geografien einen deutlich höheren Stellenwert als eine politische Aufteilung einnehmen. Der Politikwissenschaftler *KHANNA* bezeichnet dieses Phänomen als *Connectography*, also die Fusion von Konnektivität und Geografie, die die Entstehung von Smart Cities erklärt. Demnach ist die Vernetzung von Regionen und Ballungsräumen, in Form von Informations-, Güter- und Finanzflüssen, in Zukunft wichtiger als die politische Zugehörigkeit. Städte bzw. Regionen und deren beheimatete Supply Chains können wichtiger als Staaten werden – und ganze Länder können sich zu einer Vorstadt von Smart Cities wandeln. [89] Dies bedeutet allerdings auch, dass das Management dieser Städte einen fundamentalen Wechsel erleben wird. Um den Status einer wichtigen Smart Region innerhalb der Weltgemeinschaft zu erhalten, müssen diese sich kontinuierlich an die veränderten Umstände anpassen, um Unternehmen und digitale Talente anzuziehen, zu behalten bzw. zu schützen. Smart Regions müssen somit ggf. mehr wie Konzerne geführt werden (wie es heute z. B. in Singapur zu beobachten ist), um den Wohlstand ihrer Region sicherzustellen – und Mobilität und Logistik sind zwei der wichtigsten Bestandteile hierfür.

Mobilität schafft *persönliche Freiheit*, Logistik sichert den *regionalen Wohlstand*. Diese beiden Faktoren sind damit essenzielle Voraussetzungen, um Unternehmen und digitale Talente in der eigenen Region zu binden und zu entwickeln. Unternehmen wiederum sorgen für eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Region, auch und gerade von Mobilität und Logistik, und damit den Erhalt der internationalen Relevanz der Region als Ganzes. Es ergibt sich also eine Aufwärtsspirale, die massiv von Mobilitäts- und Logistikangeboten beeinflusst wird.

Dies zeigt abermals die Interkonnektivität der in diesem Kapitel vorgestellten Erfolgsfaktoren von Mobilität und Logistik auf. Durch Connectivity sind die Infrastruktur sowie alle Fahrzeuge und deren Nutzer miteinander verbunden. Smart & Digital Regions werden ebenfalls über ihre eigenen Kontrolltürme verfügen, in denen alle Informationen zusammenlaufen und somit alle zentralen Flüsse innerhalb der Region gesteuert werden. Auf Basis von Echtzeitinformationen zur Auslastung von Infrastruktur und der Belastung mit Schadstoffen bzw. weiteren Parametern wie z. B. der Gesamtenergieverbrauch entscheiden Smart Regions dynamisch über die Preise einer City-Maut, Kontingentierung von Fahrzeugtypen und die Lenkung von Verkehrsströmen in Städten. Zudem können diese Informationen genutzt werden, um mit möglichst kurzer Reaktionszeit bei Eintreten von außergewöhnlichen Ereignissen wie Bränden oder Terroranschlägen das Krisenmanagement zu verbessern. Dies schafft gleichzeitig die Möglichkeit, Einsätze von Rettungsdiensten prädiktiv zu planen. Mit der bereits angesprochenen Technik der Nanophotonetik lässt sich der Gesundheitszustand von Personen erkennen, was bei Anzeichen von drastischen Abweichungen vom Normalbereich, die die Person selbst noch nicht wahrnimmt, genutzt werden kann, um dieser rechtzeitig ärztliche Hilfe zukommen zu lassen. Neben den herkömmlichen Transportwegen Straße, Schiene und Wasser muss darüber hinaus auch in innenstädtischen Gebieten die Dimension Luft verwaltet werden. Ferner wird vor allem in der Anfangszeit der Digitalisierung der Verkehr aus autonom fahrenden und manuell fahrenden Verkehrsteilnehmern bestehen, was ein stringentes Management in Form von Trennung dieser beiden Verkehrsarten (z. B. durch dezidierte Spuren) bedeutet.

Hinzu kommt, dass die Flächenbelegung und -nutzung verschiedener infrastruktureller Elemente in Smart Regions deutlich dynamischer und flexibler sein werden. Das Phänomen der Popup-Logistik, einhergehend mit Popup-Stores, wird sich langfristig hauptsächlich in innerstädtischen Bereichen etablieren. Bereits heute greifen z. B. Botendienste, aber auch Amazon, auf kurzfristig angemietete kleine „zweckentfremdete“ Lagerflächen als *Mikrodepots* zurück. [90] Somit werden Gebäude wie Parkhäuser zu Mehrzweckflächen und S-Bahnstationen zu Lagerumschlagspunkten. Reguläre Retail-Flächen können zusätzlich während der Nachtstunden (z. B. mithilfe von Picking-Robotern bzw. einem erhöhten Automatisierungsgrad) für die Kommissionierung und Versandvorbereitung von Kundenbestellungen genutzt werden. Ebenfalls denkbar ist eine dynamische Gestaltung von Haltestellen, die sich nach dem Bedarf der Nutzer des ÖPNV ergeben und auf Basis von kontinuierlicher Datenanalyse ermitteln lassen.

Mit der Smartifizierung von Wohngebäuden und Objekten darin werden darüber hinaus einige Transaktionen wie Lebensmitteleinkäufe in sog. Subscription-based Deliveries, also abonnierten Lieferungen, ohne explizite Bestellung jeder Lieferung zugestellt. Dies verstärkt den Bedarf nach flexibler Gebäudenutzung bei gleichzeitiger Reduzierung von Handelsflächen, da diese nur noch eine reduzierte Sortimentsauswahl in physischen Geschäftsfilialen führen. Gleichzeitig steigen aufgrund der zunehmenden Urbanisierung die Preise für innerstädtische Handelsflächen, was deren Größe zusätzlich beeinflusst.

Auch die zunehmende Verlagerung der Fertigstellung von Produkten in Makerspaces oder durch den Endkunden zu Hause, die Verbreitung von autonom fahrenden Fahrzeugen und die dadurch resultierenden reduzierten Parkplatzbedarfe (inkl. deren Rückbau) sowie neuen Arbeitskonzepten und deren Auswirkungen auf Büroflächen verstärken den Trend der dynamischen Flächennutzung. Daher müssen Smart Regions ebenso flexibel in der Gestaltung von digitaler Mobilität sein und ihren Einwohnern das gewünschte Mobilitätsniveau ermöglichen – ungeachtet des Besitzes von benötigtem „Mobilitätsequipment“. Darüber hinaus entsteht durch reduzierte Handelsflächen ein höherer Bedarf an Lieferverkehren, da Lagerflächen und Warenpuffer ebenfalls verkleinert werden, was eine Erhöhung des Verkehrsaufkommens verursachen kann und daher ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Getreu der Maxime einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit werden Smart & Digital Regions dazu ausgelegt, sich möglichst selbst zu versorgen bzw. ein Gleichgewicht zwischen den in der Region eingebrachten und ausgeführten Gütern zu halten. Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft ist daher essenziell und spiegelt sich in nahezu allen Aktivitäten innerhalb einer solchen Region wider. Besonders im Management der Energieversorgung wird durch die Sensorik aus smartifizierten Gebäuden und Fahrzeugen der genaue Energieverbrauch der Region ermittelbar. Der ermittelte Bedarf muss dann möglichst vollständig mit alternativen Energiequellen aus der Region wie z. B. Solar- und Windenergie gedeckt werden. Aber auch verbrauchte Energie von Elektrofahrzeugen kann mithilfe von Energy-Harvesting-Verfahren über die Infrastruktur zumindest teilweise recycelt und über induktive Ladeverfahren sogar gleichzeitig an andere Fahrzeuge weitergegeben oder gespeichert werden. Der in der Region produzierte Müll kann darüber hinaus als weitere Quelle zur Energiegewinnung genutzt und die recycelte Energie in das Smart Grid<sup>24</sup> der Region eingespeist werden.

Als Teil des Paradigmenwechsels zum „Unternehmertum Smart Region“ werden administrative Prozesse in städtischen Verwaltungen weitestgehend digitalisiert und automatisiert. Auch hier wird das Konzept der Blockchain einen Schlüsselfaktor darstellen. Beispiel: Die arabische Handelshochburg Dubai plant bereits heute die erste Stadt der Welt zu sein, die die Blockchain-Technology als Basis aller Aktivitäten etabliert. [92] Auch das HANSEBLOC-Konsortium aus Hamburg arbeitete bereits an einer Lösung für die Vereinfachung von transportbezogenen administrativen Prozessen unter Verwendung von Blockchain. [93] Im digitalen Zeitalter wird dies bereits als Standard gesehen werden. Dies erleichtert gleichzeitig die Erhöhung der Serviceorientierung von Verwaltungen und Behörden, da viele Auskünfte durch die Einwohner mittels Self-Service-Diensten eingeholt werden können.

<sup>24</sup> Der Begriff Smart Grid beschreibt die Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern und elektrischen Verbrauchern zur Erhöhung der Verlässlichkeit der Stromversorgung und Effizienz des Netzwerks bei gleichzeitiger Minimierung von Emissionen. [89]

Auch die Registrierung von Fahrzeugen oder Beantragung von Genehmigungen können hierdurch effizienter abgewickelt werden und tragen damit erheblich zur Retention von Unternehmen und digitalen Nomaden in der Region bei.

### 3.6.2 Kernthesen zu Smart Regions in digitalen Verkehrssystemen

**Connectography:** Die funktionale Bedeutung und Vernetzung von Regionen sowie deren beinhalteten Supply Chains und Mobilitätsketten wird wichtiger als deren politisch-formale Einteilung.

**Proaktivität:** Die Flächennutzung in Smart Regions wird deutlich flexibler sein. So werden Parkhäuser zu Mehrzweckflächen und S-Bahnstationen zu Güterumschlagplätzen. Zusätzlich unterscheidet sich die Nutzung von Flächen teilweise in Tag- und Nachtbetrieb (z. B. bei Retail-Flächen, die nachts als Kommissionierungslager genutzt werden). Eine Smart Region muss proaktiv und flexibel auf solche Veränderungen reagieren.

**City-as-a-Business:** Urbane Zentren müssen mehr wie ein Konzern geführt werden. „Citizen Experience“ und ein leistungsfähiges Logistik- und Mobilitätssystem sind entscheidende Faktoren für die regionale Festigung von Unternehmen und digitalen Nomaden – und für die Relevanz in der vernetzten globalen Wirtschaft. Durch den gestiegenen Aufwand von Gebäude-, Energie-, Verkehrs- und Mobilitätsmanagement sowie der gestiegenen Anzahl an Schnittstellen wird die Administration von Smart Cities innerhalb einer Smart Region hauptsächlich von künstlicher Intelligenz operativ gesteuert – ohne Breitband für jeden nicht umsetzbar!

## 3.7 Hypermodality

### 3.7.1 Fortbewegung vernetzt – über alle Verkehrsmittel hinweg

Hypermodality beschreibt ein Öko-System aus vollständig integrierbaren und nachhaltigen Mobilitäts-, Logistik- und Zusatzdienstleistungen, die dem Endnutzer die Möglichkeit geben, individuelle Tür-zu-Tür-Mobilitäts- und Logistikketten auf Basis seiner spezieller Bedürfnisse zu gestalten, ohne dabei eines der benötigten Fortbewegungsmittel besitzen zu müssen. *Hypermodality ist also die vollständige Fusion von Verkehrsträgern, Daten, Produkten und Dienstleistungen sowie eine Verzahnung der Grenzen von privaten und kommerziellen Angeboten.*

Im digitalen Zeitalter steht dem Endnutzer eine Vielzahl an Plattformen zur Verfügung, auf denen die betreibenden Mobilitätskuratoren ihre Dienste zur Gestaltung von individuellen Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen anbieten. Aufgabe dieser Mobilitätskuratoren ist es, Mobilität und Logistik völlig in den Alltag ihrer Nutzer zu integrieren. Auf Basis der durch den Nutzer freigegebenen persönlichen Datenquellen wie z. B. Kalendereinträge, Entertainmentdienste, aber auch auf die Schnittstellen von smartifizierten Geräten, werden stets die optimale Mobilitätskette zusammengestellt und der Zustellungszeitpunkt der in Auftrag gegebenen Lieferungen optimal auf die Alltagsaktivitäten des Nutzers abgestimmt. Die nächstbeste Möglichkeit, an sein Ziel zu kommen oder Warensendungen entgegenzunehmen, ist nur einige Klicks entfernt oder wird auf Basis von z. B. eingetragenen Terminen in den Kalender des Nutzers proaktiv vorgeschlagen bzw. direkt organisiert.

Dabei greifen diese Kuratoren – wie bereits erwähnt – auf private und kommerzielle Anbieter von Transportkapazitäten zurück. Auch wenn Bewohnern von Smart Cities ermöglicht wird, komplett auf den Besitz von Verkehrsmitteln zu verzichten, werden künftig trotzdem weiterhin eine zwar vergleichbar kleinere, dennoch große Anzahl an Fahrzeugen in Privatbesitz sein. Hypermodality bedeutet nicht, Mobilität vollständig in das Prinzip der Sharing Economy zu überführen, sondern beide Prinzipien miteinander zu verbinden. Dies kann z. B. bedeuten, dass auf Basis der aktuellen Verkehrslage eine Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln und der Verleih des eigenen Fahrzeugs für diesen Tag die kostengünstigste bzw. ganzheitlich betrachtet optimale Entscheidung zum Überkommen

von räumlichen Distanzen darstellt. Gleichzeitig ist es möglich, dass sich das eigene Fahrzeug nur für einen gewissen Streckenabschnitt wie z. B. die erste oder letzte Meile eignet. Anders ausgedrückt: Es existiert keine eindeutige und statische Festlegung zwischen (Alltags-)Strecken und den genutzten Fortbewegungsmitteln – oder deren Anzahl.

Besitzer von Fahrzeugen können also ihre Automobile, Fahrräder, Pedelecs o. Ä. im Sinne des Sharing-Economy-Prinzips für die öffentliche Nutzung freigeben. Dies gestaltet sich in vielfältiger Weise: Zum einen können Fahrzeugbesitzer ihre zu entrichtenden City-Maut-Gebühren reduzieren, indem sie sich für dynamische Ride-Sharing-Angebote freischalten. Somit werden dynamisch Mitfahrgelegenheitssuchende, die auf der Strecke des Fahrers liegen und ähnliche Zielorte haben, automatisch zugeteilt. Dabei können natürlich Präferenzen über den Fahrgast, aber auch Fahrer in diese Allokation einfließen. Autonom fahrende Fahrzeuge können darüber hinaus während bspw. der regulären Arbeitszeit des Besitzers gegen eine der Nachfrage entsprechende Gebühr in die Obhut von Mobilitätskuratoren und anderen Mobilitätsdienstleistern gegeben werden, welche das Fahrzeug dann zur dynamischen Erweiterung von Kapazitäten an aktuell stark nachgefragten Routen einsetzen können. Dies ist dabei nicht allein auf den Transport von Personen begrenzt. Ähnlich dem Prinzip der „Belly Cargo“<sup>25</sup> können Kofferräume bzw. genereller Stauraum in Fahrzeugen genutzt werden, um Güter und Personen zu transportieren. Dabei kann zum einen der aktuelle Nutzer des Fahrzeugs der Empfänger der Lieferung sein, zum anderen kann das Fahrzeug aber auch Personen und Waren mit verschiedenen Bestimmungsorten transportieren und z. B. an eine zentrale Abholstation befördern.

Generell wird das Prinzip der Crowd Logistik eine der vielen Ausprägungen der Fusion von Mobilität und Logistik bzw. von Hypermodality sein. Bereits im Jahr 2013 testete die Paketsparte des Deutsche Post DHL Konzerns eine Plattform, auf der Privatpersonen für eine Aufwandsentschädigung die Paketzustellung an zentrale Servicepunkte übernehmen konnten. [94] Auch Start-ups aus Österreich wie z. B. „checkrobin“ bieten Pendlern heute schon die Möglichkeit Pakete auf ihrem Arbeitsweg mitzutransportieren. Im digitalen Zeitalter werden solche Angebote proaktiv über den Mobilitätskurator angeboten, der seinen Nutzern neben der Aufwandsentschädigung auch Prämien im Rahmen eines Kundenbindungsprogramms anbieten kann. Solche Crowd-Logistik-Angebote beschränken sich dabei nicht auf Lieferungen in urbanen Zentren. Start-ups wie z. B. „CoCarrier“ aus Berlin ermöglichen es Urlaubern und Geschäftsreisenden ebenfalls zum Paketboten zu werden. [95]

Im Zeitalter von Hypermodality ist der Markt für solche ganzheitlichen Logistik- und Mobilitätsangebote umkämpft, da der reine Transport vollständig kommodifiziert ist und nur Zusatzdienstleistungen, die über das klassische Angebot des Transports von Personen und Gütern hinausgehen, ein Unternehmen profitabel machen. Deshalb wird für Unternehmen die Kundenbindung ein wichtiges Werkzeug für den geschäftlichen Erfolg bleiben. Wie oben erwähnt (siehe Kapitel 2.2.1), haben in der digitalen Welt klassische Instrumente der Kundenbindung ihre Wirkung verloren.

*Loyalitätsprogramme* müssen daher so ausgerichtet werden, dass sie einen echten Mehrwert für den Nutzer bieten. Dies kann in digitalen Verkehrssystemen zwar weiterhin klassische Prämien in Form von z. B. einer Reduzierung des Fahrpreises beinhalten, jedoch müssen auch die „neuen“ Bedürfnisse wie der Erwerb von Emissionskontingenten oder klimaneutrale Fortbewegung berücksichtigt werden. Ebenso können kostenlose Zugänge zu Entertainment-Diensten und zu anderen Premium-Mitgliedschaften wie Amazon Prime für den digitalen Konsumenten interessant sein. Grundlage für den Zugriff auf Prämien können dabei nach dem Konzept von gesammelten Meilen zugänglich gemacht werden, die dann ebenfalls im Rahmen von Incentivierungen von Verkehrsverlagerungen beliebig erhöht werden können.

<sup>25</sup> Unter „Belly Cargo“ wird die Fracht eines Passagierflugzeugs verstanden, die zusätzlich zu den Passagieren und deren Gepäck im Bauch eines Flugzeugs transportiert wird.

### 3.7.2 Kernthesen zu Hypermodality in digitalen Verkehrssystemen

**Kuratoren:** Mobilität und Logistik wird mit der Hilfe von Unternehmen oder übergreifenden Verwaltungseinheiten, die als Kuratoren agieren, vollständig in den Alltag eines Nutzers integriert werden. Mobilitäts-tarife werden nach der tatsächlich zurückgelegten Strecke abgerechnet und dynamisch bepreist; zusätzlich wird es Mobilitätsflatrates über alle Anbieter hinweg geben. Datengetriebene und assetgetriebene Unternehmen werden hierbei im kollaborativen Wettbewerb stehen (Revenue & Data Sharing), um den Bedürfnissen der Nutzer gerecht zu werden, da der reine Transport von Personen und Gütern sich noch weiter kommodifizieren wird.

**Sharing:** Fortbewegung wird in digitalen Verkehrssystemen von Besitz des benötigten Mobilitätsequipments losgelöst sein. Auch sich in Besitz befindende Fahrzeuge können der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Private Autos werden nichtsdestotrotz Teil des Stadtbildes von Smart Cities und Digital Regions bleiben – auch wenn die Anzahl sich drastisch reduzieren wird. Anstelle einer kompletten Übernahme des Sharing-Economy-Prinzips wird vielmehr eine Teilung in Freizeit- und Arbeitsmobilität stattfinden: Für Pendelstrecken unter der Woche wird vermehrt auf Sharing-Angebote zugegriffen werden, während privat bzw. in der Freizeit das eigene Fahrzeug genutzt wird.

**Moderation:** Hypermodality lässt die Grenzen von privaten und kommerziellen Angeboten verschmelzen. Crowd Logistik und Crowd Mobility können ebenfalls Teil einer sonst kommerziell organisierten Tür-zu-Tür Mobilitäts- und Logistikkette sein. Neben kommerziellen Angeboten werden nicht-profitorientierte „Mobilitätskommunen“ existieren und ihre Dienste zum Selbstkostenpreis anbieten.

4

HYPERMOTION –  
MOBILITÄT UND  
LOGISTIK  
IM JAHR 2030

## 4.1 Fazit: Logistik und Mobilität im digitalen Zeitalter

Logistik und Mobilität stehen vor einigen der größten und disruptivsten Veränderungen, mit denen sich der Sektor und die darin agierenden Unternehmen in den letzten Jahrzehnten auseinandersetzen mussten. Mit der Digitalisierung und der weitflächigen Adoption von neuen Technologien, wie z. B. dem autonomen Fahren oder Künstlicher Intelligenz, werden Markteintrittsbarrieren kontinuierlich gesenkt. Dadurch müssen sich Mobilitätsunternehmen nicht nur gegen die bekannte Konkurrenz, sondern zunehmend auch gegen mobilitätsfremde Unternehmen – sowohl datengetriebener als auch assetgetriebener Natur – durchsetzen. Hinzu kommt die steigende Gefahr von sog. „Big Bang Disruptionen“, die durch die Verkürzung von technologischen Lebenszyklen gehäuft auftreten werden und teils gesamte Marktsegmente binnen kurzer Zeit an sich reißen sowie etablierte Marktteilnehmer dabei vollkommen verdrängen können.

Beeinflusst von neuen Technologien und anderen sozioökonomischen Faktoren ändert sich zudem das Konsumentenverhalten. Der Konsument im digitalen Zeitalter ist ein immersives Käuferlebnis und schnelle Lieferzeiten gewöhnt und überträgt dies auf die Auswahl von Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen. Gleichzeitig ist er nicht mehr gewillt, großen Aufwand in jene Entscheidungen zu investieren, sondern erwartet, dass Dienstleister ihm in seinem „Paradox of Choice“ helfen und genau die Angebote für ihn herausuchen, die am optimalsten zu ihm passen. Wer dies nicht zur absoluten Zufriedenheit des Kunden erfüllt, wird gegen einen anderen Anbieter ausgetauscht, denn Logistik und Mobilität sind im digitalen Zeitalter noch stärker kommodifiziert. Dies trifft dabei nicht nur auf den Endkonsumenten zu, sondern ist genauso im Bereich des B2B zu beobachten („Industrial Consumerism“). Darüber hinaus spielen Nachhaltigkeit und Klimaneutralität eine stetig wichtigere Rolle, was zudem durch politisches Bestreben zur Dekarbonisierung verstärkt wird.

Logistik- und Mobilitätsdienstleister, aber auch Städte und Regionen müssen sich also teils radikal wandeln, um weiterhin am Markt und für ihre Kunden relevant zu bleiben bzw. nicht zum reinen Zulieferer für Transportkapazitäten zu werden. Dazu sind neue Kernkompetenzen wie Data Analytics sowie eine Transformation zu einer datengetriebenen Organisation unumgänglich. Daten innerhalb von Unternehmen müssen demokratisiert, also jedem zugänglich gemacht, und für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Dienstleistungsportfolios genutzt werden. Darüber hinaus müssen eigene Kernkompetenzen stets neu evaluiert und der richtige Zeitpunkt für einen Wechsel erkannt werden, um den Nokia-Neckermann-Quelle-Effekt zu vermeiden (i.e. der rechtzeitige Wechsel zur nächsten S-Kurve). Dies betrifft besonders Unternehmen, die sich aktuell bereits ausschließlich auf den reinen Transport von Gütern oder Personen beschränken, um auch zukünftig an der global fortschreitenden Digitalisierung bzw. den sich hieraus ergebenden veränderten Anforderungen an Logistik- und Mobilitätsunternehmen gerecht zu werden.

Die digitale Disruption führt in letzter Konsequenz dazu, dass sich Logistik und Mobilität in ein System wandeln, in dem alle Elemente darin (wie z. B. Daten, Personen und Güter) im kontinuierlichen Austausch miteinander sind und sich konstant in Bewegung befinden werden. Anders ausgedrückt: **Logistik und Mobilität werden einen Zustand der Hypermotion einnehmen**. Grundlage für die Bewältigung der dadurch hervorgerufenen neuen Komplexität wird eine Netzstruktur bestehend aus sieben Kernelementen sein, wie sie innerhalb dieses White Papers durch das Hypermotion Grid beschrieben wurde und in den folgenden Absätzen zusammengefasst ist.

In digitalen Logistik- und Mobilitätssystemen sind Infrastruktur, Gebäude und Fahrzeuge smartifiziert und können in Echtzeit Auskunft über ihren Zustand, Bedarf sowie Position geben. Mithilfe von M2M-Kommunikation wird das autonome Fahren auf der Straße durch die Verkehrssteuerung über ein zentrales Leitsystem ermöglicht. Die neu erschlossenen Datenquellen schaffen unter der Verwendung von einheitlichen Datenmodellen und Indikatoren eine vollständige Transparenz über gesamte Verkehrssysteme und werden über einen Control Tower proaktiv gesteuert. Dabei verändert sich das Aufgabengebiet der zuständigen Verkehrsleitzentralen von einer entscheidungsunterstützenden zu einer kapazitätsallokierenden Instanz. Die Verkehrsdaten in Smart & Digital Regions sind zudem weitgehend demokratisiert, um jeden Stakeholder an der neugewonnenen Transparenz partizipieren zu lassen. Logistik- und Mobilitätsunternehmen der Zukunft nutzen diese und unternehmenseigene Daten, um so-

wohl die operative Resilienz zu steigern, aber auch neue Bedarfe der Nutzer proaktiv zu erkennen und das eigene Dienstleistungsportfolio dementsprechend anzupassen.

Die Rückgrat-Technologie von Logistik und Mobilität 4.0 bildet das Blockchain-Konzept, welches u. a. jedem Bürger eine sichere, validierte und digitale Online-Identität gibt, die Grundlage für alle Transaktionen des digitalen Ökosystems wird. Darüber hinaus wird die Möglichkeit geschaffen, den Material-, Informations- und Finanzfluss zu synchronisieren und einheitlich abzubilden. Logistische Kapazitäten wie Transport- und Lagerraum können in Echtzeit verwaltet, automatisch geplant und nach dem Surge-Pricing-Prinzip abgerechnet. Zudem trägt die Nutzung von Blockchain zur Gestaltung von nachhaltiger Logistik und Mobilität bei. Zum einen werden emittierte Treibhausgase und Schadstoffe genau erfasst und das verbleibende Emissionskontingent manipulationsfrei dokumentiert. Zum anderen können andere öffentliche Ungüter (wie z. B. Unfälle, Schäden durch Erschütterungen, Gesundheitsbelastung und Lärmbelästigung) in Form einer dynamischen City-Maut-Gebühr nach dem Verursacher-Prinzip internalisiert werden. Darüber hinaus kann auf Grundlage der zuvor angesprochenen digitalen Identität die Dienstleistung an die physischen und psychischen Einschränkungen von Nutzern angepasst werden und fördert somit die Etablierung des Prinzips „Universal Design“, welches als Standard für die Gestaltung von Mobilitätsdienstleistungen und -infrastruktur gelten wird.

Mit der flächendeckenden Adoption von Robotern wird die Produktion von Gütern kommodifiziert sowie dezentral, flexibel und auf Abruf gestaltet werden, was außerdem zur Folge hat, dass Produktionsstätten wieder näher an den Ort des Verbrauchs verlagert werden. Auch Privatpersonen können hierfür Produktionskapazitäten bereitstellen, indem sie z. B. in Fertigungsroboter investieren. Deren erbrachte Wertschöpfung wird dann detailgenau und digital, z. B. über Krypto-Währungen abgerechnet.

Das veränderte Kaufverhalten von Konsumenten erfordert ferner eine maximale Flexibilität auf der letzten Meile. Zustellungen müssen in den Alltag des Kunden integriert und Versorgungsprozesse auf dessen Verhalten synchronisiert werden. Dabei handeln u. a. autonome Fahrzeuge den besten Übergabeort für eine Lieferung aus. Darüber hinaus werden auch physische Produkte stetig individualisierter und verursachen eine Verlagerung der Frachtart und dessen Volumen. Produkte können im digitalen Zeitalter an vielen Ort gefertigt werden, was dazu führt, dass Unternehmen vermehrt zu Softwarelieferanten und Produkte zu sog. „Spimes“ werden, die über ihren kompletten Lebenszyklus rückverfolgbar sind.

Städte und Regionen werden sich vielmehr durch deren Vernetzung und Bedeutung für die Weltwirtschaft definieren (z. B. in Form von beherbergten Supply Chains) – eine formal-politische Einteilung wird sekundär. Um die Bedeutung der Region zu sichern, müssen Städte dementsprechend mehr wie Unternehmen geführt werden, um Unternehmen und digitale Nomaden in der Region zu binden. Neben der Digitalisierung und Automatisierung von administrativen Prozessen sind Mobilität und Logistik Schlüsselfaktoren für die Schaffung einer immersiven „Citizen Experience“. Mobilität schafft persönliche Freiheit, Logistik sichert den regionalen Wohlstand. Diese beiden Faktoren sind damit essentielle Voraussetzungen, um Unternehmen und digitale Talente in der eigenen Region zu festigen. Unternehmen wiederum sorgen für eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Region und damit den Erhalt der internationalen Relevanz der Region als Ganzes. Darüber hinaus werden Flächen in Smart Cities deutlich flexibler genutzt. So werden z. B. Parkhäuser zu Mehrzweckflächen und S-Bahnstationen zu Güterumschlagplätzen.

Das Angebot von Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen ist in digitalen Verkehrssystemen ein hochfragmentiertes Ökosystem aus Dienstleistern und Privatpersonen, in dem die Trennlinien von privaten und kommerziellen Angeboten verschwimmen. Mithilfe von Mobilitätskuratoren bzw. deren Plattformen können Nutzer sich individuelle Tür-zu-Tür-Mobilitätsketten und Logistiklösungen zusammenstellen, ohne dabei auf den Besitz von „Mobilitäts-equipment“ angewiesen zu sein. Nichtsdestotrotz wird weiterhin eine zwar vergleichbar kleinere, dennoch große Anzahl an Fahrzeugen in Privatbesitz sein. Diese können der Öffentlichkeit im Sinne des Konzepts der Sharing Economy in die Obhut von Mobilitätsunternehmen gegeben werden, die diese zur dynamischen Anpassung von Kapazitäten nutzen können. Das Prinzip der Crowd Logistik und Crowd Mobility wird demnach einer der Grundpfeiler von Logistik und Mobilität 4.0 und können ebenfalls Teil einer sonst kommerziell organisierten Tür-zu-Tür-

Mobilitätskette sein. Dies hat in letzter Konsequenz die Folge, dass traditionelle Taxis vollständig aus dem Stadtbild von Smart Cities und Digital Regions verschwinden werden.

## 4.2 Ausblick: Was sich zusätzlich verändern wird

Wie sich die Zukunft von Logistik und Mobilität gestaltet, bleibt weiterhin spannend und bietet viele Möglichkeiten der Mitgestaltung. Was jedoch sicher ist, ist, dass die digitale Disruption ihr derzeitiges Momentum nicht verlieren und ein Stillstand in dieser Transformation nicht eintreten wird. Unternehmen des Sektors haben somit weiterhin die Chance, die Zukunft der Fortbewegung aktiv mitzugestalten und dabei ihre eigene Rolle bzw. Stellung innerhalb der Industrie maßgeblich zu verändern. Die Kernkompetenzen der Zukunft müssen und werden nicht jenen entsprechen, die aktuell durch Logistik- und Mobilitätsunternehmen besetzt sind. Auch Bund und Länder werden andere Aufgaben übernehmen müssen, um die Transformation des Sektors voranzutreiben.

Die Digitalisierung bedeutet allerdings auch, dass die Messung der Verkehrsleistung bzw. der Leistung von Logistik und Mobilität weiterentwickelt werden muss. Aktuelle Indikatoren und Bemessungsgrundlagen basieren eher auf einer assetbasierten Perspektive und können deshalb die durch die Digitalisierung hervorgerufenen Veränderungen nur bedingt abbilden. Als Beispiel hierfür ist der Logistics Performance Index (LPI), welcher im Abstand von zwei Jahren von der *WELTBANK* herausgegeben wird, aufzuführen. Dieser erfasst zwar die Möglichkeit von papierlosen Dokumentationsprozessen und Zollanmeldungen sowie der Sendungsverfolgung [96], jedoch werden andere mit der Digitalisierung verbundene Kompetenzen bislang außer Acht gelassen. Kompetenzen im Bereich von Data Analytics und Frühwarnsystemen werden z. B. nicht in der Bemessung der Qualität von Logistikdienstleistungen berücksichtigt. Selbiges gilt für die Bewertung der Infrastruktur, die den Zugang zu Echtzeit-Daten sowie der proaktiven Steuerung des Verkehrsflusses noch nicht inkludiert.

Darüber hinaus muss auch die Bemessung der Verkehrsleistung z. B. in Form des Modalsplits auf die Veränderungen der digitalen Disruption angepasst werden. Der Modalsplit ist eine typisch assetbasierte Sicht auf das Verkehrsvolumen einer Stadt oder Region und muss ebenfalls in eine servicebasierte Sicht überführt werden. Zudem geben neue Hybridformen wie z. B. Pedelecs Anlass dazu, neue Kategorien in diesem Split zu berücksichtigen. Dem Nutzer sind Ex-post-Betrachtungen ohnehin unwichtig – entscheidend für die Auswahl sowohl der persönlichen Reisekette als auch des bevorzugten Bestellwegs ist zunehmend die glaubhafte Information auf dem persönlichen Smartphone – also der *Digital Mobility Split*.

5

# VERWENDETE QUELLEN

- [1] D. Metz, „Peak Car and Beyond: The Fourth Era of Travel“, *Transport Reviews*, vol. 33, no. 3, pp. 255–270, 2013.
- [2] S. Witzke, *Carsharing und die Gesellschaft von Morgen: Ein umweltbewusster Umgang mit Automobilität?* Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.
- [3] S. Bratzel, „Die junge Generation und das Automobil – Neue Kundenanforderungen an das Auto der Zukunft?“, in *Automotive Management: Strategie und Marketing in der Automobilwirtschaft*, B. Ebel and M. Hofer, Eds., 2nd ed., Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2014, pp. 93–108.
- [4] G.-A. Ahrens et al., „Zukunft von Mobilität und Verkehr: Auswertung wissenschaftlicher Grunddaten, Erwartungen und abgeleiteter Perspektiven des Verkehrswesens in Deutschland“, Lehrstuhl für Verkehrs- und Infrastrukturplanung, Dresden, Forschungsbericht FE-Nr.: 96.0957/2010/, 2011.
- [5] MetaPack, „Delivering Consumer Choice: 2015 State of eCommerce Delivery“, London, 2015.
- [6] K. Fehrenbacher, *Autonomous Car Tech Is the Next Battleground in Silicon Valley*. [Online] Available: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/autonomous-car-tech-is-the-next-battle-ground-in-silicon-valley#gs.E4VwvQl>. Accessed on: Oct. 11 2017.
- [7] M. Penke, *Da muss sich was bewegen – Deutschlands Logistik-Startups verpassen den Anschluss*. [Online] Available: <https://www.gruenderszene.de/allgemein/logistik-freight-flexport-waren-transport?ref=prev>. Accessed on: Oct. 24 2017.
- [8] R. T. Kreuzer and K.-H. Land, *Digitaler Darwinismus: Der stille Angriff auf Ihr Geschäftsmodell und Ihre Marke*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2013.
- [9] P. Evans and P. Forth, „Navigating the world of digital disruption“, Boston, 2015.
- [10] Björn Bloching et al., „Die digitale Transformation der Industrie“, BDI/Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.), Berlin/München 2015, [Online] Available: [https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale\\_Transformation.pdf](https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale_Transformation.pdf), Accessed on: Jul. 26 2018
- [11] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., „Digitalisierung 2020“, Frankfurt, 2016.
- [12] E. Brynjolfsson and K. McElheran, „Data in Action: Data-Driven Decision Making in US Manufacturing“, 2016. [Online] Available: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2722502](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2722502). Accessed on: Oct. 12 2017.
- [13] EY, „Becoming an analytics driven organization to create value“, London, u. a., 2015.
- [14] B. Dykes, *The Age Of Data Democratization: How To Effectively Share Data Across Your Business*. Accessed on: Sep. 10 2017.
- [15] S. Vandermerwe and J. Rada, „Servitization of business: adding value by adding services“, *European Management Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 314–324, 1988.
- [16] World Economic Forum, „Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services“, Genf, 2015.
- [17] E. Felix, „Marketing Challenges of Satisfying Consumers Changing Expectations and Preferences in a Competitive Market“, *IJMS*, vol. 7, no. 5, 2015.
- [18] A. Ternès, I. Towers, and M. Jerusel, *Konsumentenverhalten im Zeitalter der Mass Customization: Trends: Individualisierung und Nachhaltigkeit*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015.
- [19] A. Parment, „Eine neue Generation von Verbrauchern und Arbeitnehmern tritt wieder auf“, in *Die Generation Y*, A. Parment, Ed., Wiesbaden: Gabler Verlag, 2013, pp. 3–16.
- [20] Deloitte, „Made-to-order: The rise of mass personalisation“, London, The Deloitte Consumer Review, 2015.
- [21] P. Conroy, K. Porter, R. Nanda, B. Renner and A. Narula, „Consumer products trends: Navigating 2020“, New York, 2015.
- [22] Accenture, „Customer 2020: Are You Future-Ready or Reliving the Past?: Ten Years of Accenture Research Highlights Real Opportunities for Providers to Better Meet Customers’ Steadily Rising Expectations“, Dublin 14-6613, 2014.
- [23] J. Allan, *Proceedings of the 32nd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*. New York, NY: ACM, 2009.

- [24] T. Teubner, F. Hawlitschek, H. Gimpel, „Motives in the Sharing Economy: An Empirical Investigation of Drivers and Impediments of Peer-to-Peer Sharing“, Institut für Informationssysteme und Marketing, Karlsruhe, 2016.
- [25] S. Cannon and L. H. Summers, *How Uber and the Sharing Economy Can Win Over Regulators*. [Online] Available: <https://hbr.org/2014/10/how-uber-and-the-sharing-economy-can-win-over-regulators/>. Accessed on: Apr. 29 2016.
- [26] P. Goudin, „The Cost of Non-Europe in the Sharing Economy: Economic, Social and Legal Challenges and Opportunities“, European Parliamentary Research Service (EPRS), Brussels PE 558.777, 2016. [Online] Available: [www.europarl.europa.eu/thinktank](http://www.europarl.europa.eu/thinktank). Accessed on: Apr. 29 2016.
- [27] Accenture, „Industrial Consumerism: Getting serious about disruptive growth“, Kronberg u. a., 2016.
- [28] F. M. Bartz, „Mobilitätsbedürfnisse und ihre Satisfaktoren: Die Analyse von Mobilitätstypen im Rahmen eines internationalen Segmentierungsmodells“, Dissertation, Humanwissenschaftliche Fakultät, Universität zu Köln, Köln, 2015.
- [29] Deutsche Post DHL, „Delivering Tomorrow: Zukunftstrend Nachhaltige Logistik: Wie Innovation und ‚grüne‘ Nachfrage eine CO<sub>2</sub>-effiziente Branche schaffen“, Bonn, 2010.
- [30] M. Benz, S. Walter, D. Jonas and D. Wiegel, *Mobilität und Digitalisierung*. [Online] Available: [https://hypermotion-frankfurt.messefrankfurt.com/content/dam/hypermotionfrankfurt/2017/Praesentation\\_Mobidig2016\\_DE.pdf](https://hypermotion-frankfurt.messefrankfurt.com/content/dam/hypermotionfrankfurt/2017/Praesentation_Mobidig2016_DE.pdf). Accessed on: Aug. 03 2017.
- [31] C. K. Tan and K. S. Tham, „Autonomous Vehicles, Next Stop: Singapore“, in vol. 12, *Sharing Urban Transport Solutions*, Land Transport Authority Academy Singapore, Ed., Singapore: Land Transport Authority Academy, 2014, pp. 5–10.
- [32] B. Spitz, *Nachhaltigkeit in der Logistik unter besonderer Betrachtung der Emissionsreduzierung im Güterverkehr*, 1st ed. Bremen: Europäischer Hochschulverlag, 2011.
- [33] V. Stahlmann, Lernziel: *Ökonomie der Nachhaltigkeit*. München: oekom Verlag, 2008.
- [34] E. A. Spindler, „Geschichte der Nachhaltigkeit: Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes“, [Online] Available: <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, Accessed on: Jul. 26 2018
- [35] J. Elkington, *Cannibals with Forks – The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, 1st ed. Oxford: Capstone Publishing, 1997.
- [36] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), *Kyoto-Protokoll*. [Online] Available: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-protokoll/>.
- [37] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), [www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de), „Klimaschutz in Zahlen – Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik“, Ausgabe 2017, [Online] Available: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz\\_in\\_zahlen\\_2017\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2017_bf.pdf), Accessed on: Jul. 26 2018
- [38] FERI Institut and WWF, „Carbon Bubble und Dekarbonisierung: Unterschätzte Risiken für Investoren und Vermögensinhaber“, Bad Homburg, Berlin, 2017.
- [39] J. Hirschfeld, E. Pissarskoi, S. Schulze and J. Stöver, „Kosten des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel aus vier Perspektiven: Impulse der deutschen Klimaökonomie zu Fragen der Kosten und Anpassung“, 2015. [Online] Available: [https://www.fona.de/mediathek/pdf/Hintergrundpapier\\_Forum\\_Kosten.pdf](https://www.fona.de/mediathek/pdf/Hintergrundpapier_Forum_Kosten.pdf). Accessed on: Oct. 12 2017.
- [40] J. Erhard et al., „Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland: Weichenstellungen bis 2050“, 2014.
- [41] M. Runkel, A. Mahler and C. Kunz, „Maßnahmen und Instrumente für die Energiewende im Verkehr“, Forschungsradar Energiewende, 2016.
- [42] Umweltbundesamt, „Marktbeobachtung Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines Instrumentes zur Langzeit-Erfassung von Marktanteilen, Trends“, Dessau-Roßlau, 2015.
- [43] W. R. Black, *Sustainable Transportation – Problems and Solutions*, 1st ed. New York: The Guildford Press, 2010.

- [44] S. Simons, *Ewiger Sommer an der Seine: Pariser Schnellstraße wird zur Flaniermeile*. [Online] Available: <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/paris-autos-muessen-raus-schnellstrasse-wird-zur-flaniermeile-a-1114133.html>. Accessed on: Aug. 12 2017.
- [45] R. Heidenreich, *Wir müssen draußen bleiben – In vielen Innenstädten der Region droht Diesel-Autos ein Fahrverbot*. [Online] Available: [http://www.allgemeine-zeitung.de/politik/hessen/umweltzone-diesel-fahrverbot-mainz-wiesbaden-darmstadt-frankfurt-offenbach-limburg\\_17904006.htm](http://www.allgemeine-zeitung.de/politik/hessen/umweltzone-diesel-fahrverbot-mainz-wiesbaden-darmstadt-frankfurt-offenbach-limburg_17904006.htm).
- [46] The Guardian, *Oslo moves to ban cars from city centre within four years*. [Online] Available: <https://www.theguardian.com/environment/2015/oct/19/oslo-moves-to-ban-cars-from-city-centre-within-four-years>. Accessed on: Aug. 12 2017.
- [47] Umweltbundesamt, *Luftqualität 2016: Stickstoffdioxid weiter Schadstoff Nummer 1*. [Online] Available: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/luftqualitaet-2016-stickstoffdioxid-weiter>.
- [48] Deutsche Umwelthilfe (DUH), *Dieselabgase: Deutsche Umwelthilfe startet bisher größte Klagewelle für „Saubere Luft in Deutschland“*. [Online] Available: <http://www.duh.de/pressemitteilung/dieselabgase-deutsche-umwelthilfe-startet-bisher-groesste-klagewelle-fuer-saubere-luft-in-deutschland/>.
- [49] UNDESA, „World Urbanization Prospects: The 2014 revision: highlights“, New York, 2014.
- [50] M. Piecyk, A. McKinnon and J. Allen, „Evaluating and internalizing the environmental costs of logistics“, in *Green Logistics – Improving the environmental sustainability of logistics*, A. McKinnon, S. Cullinane, M. Browne and A. Whiteing, Eds., London: Kogan Page, 2010, pp. 68–97.
- [51] UNDESA, „World Population Prospects: The 2015 Revision“, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, Volume II: Demographic Profiles (ST/ESA/SER.A/380), 2015.
- [52] Statistisches Bundesamt, „Ältere Menschen in Deutschland und der EU, 2016“, Wiesbaden, 2016.
- [53] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung und Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung, „Entwicklung der Altersarmut bis 2036: Trends, Risikogruppen und Politiksznarien“, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 2017.
- [54] D. Bonnet, J. Buvat and K. J.V. Subrahmanayam, „When Digital Disruption Strikes: How Can Incumbents Respond?“, 2015.
- [55] J. Bradley, J. Loucks, J. Macaulay, A. Noronha and M. Wade, „Digital Vortex: How Digital Disruption Is Redefining Industries“, Lausanne, Singapur, 2015.
- [56] Oxford Economics and Hewlett Packard Enterprise, „Business at the Speed of Thought: Accelerating Value Creation“, Oxford, u. a., 2016.
- [57] B. Nagy, J. D. Farmer, Q. Bui and J. Trancik, „Statistical Basis for Predicting Technological Progress“, PLoS ONE, 2013, 2013.
- [58] R. Brown, „Managing the ‚S‘ Curves of Innovation“, *The Journal of Business and Industrial Marketing*, vol. 7, no. 3, pp. 41–52, 1992.
- [59] R. Garcia and R. Calantone, „A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review“, *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 19, pp. 110–132, 2002.
- [60] L. Dones and P. Nunes, „Big Bang Disruption: Strategy in the Age of Devastating Innovation“, 2013.
- [61] T. Simonite, *Moore’s Law Is Dead. Now What?* [Online] Available: <https://www.technologyreview.com/s/601441/moores-law-is-dead-now-what/>. Accessed on: Sep. 10 2017.
- [62] C. M. Christensen, „Exploring the limits of the technology s-curve: Part I: Component Technologies“, *Production and Operations Management*, vol. 1, no. 4, pp. 334–357, 1992.
- [63] W. Lerner and F.-J. van Audenhove, „Die Zukunft der städtischen Mobilität – auf dem Weg zu vernetzten, multimodalen Städten im Jahr 2050“, *PTI Magazine*, no. 3, pp. 14–18, 2012.
- [64] F.-J. van Audenhove, O. Korniiuchuk, L. Dauby and J. Pourbaix, „The Future of Urban Mobility 2.0: Imperative to shape extended mobility ecosystems of tomorrow“, Arthur D. Little / The International Association of Public Transport (UITP), 2014. [Online] Available: [www.adl.com/FUM2.0](http://www.adl.com/FUM2.0).
- [65] S. Rammler and T. Sauter-Servaes, „Innovative Mobilitätsdienstleistungen“, Institut für Transportation Design der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, Düsseldorf, Arbeitspapier 274, 2013.

- [66] M. Winterhoff, Kahner, Carsten, Ulrich, Christopher, P. Sayler and E. Wenzel, „Zukunft der Mobilität 2020: Die Automobilindustrie im Umbruch?“, Wiesbaden, 2009.
- [67] A. Spickermann, V. Grienitz and H. von der Gracht, „Heading towards a multimodal city of the future?“, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 89, pp. 201–221, 2014.
- [68] M. Winterhoff, K. Shirokinskiy, D. Mishoulam, N. Freitas and V. Chivukula, „THINK ACT Automotive 4.0: a disruption and new reality in the US?“, Munich, 2015.
- [69] Fortune Magazine, *Alibaba Says It's About to Build Up a Massive Logistics Network*. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [70] S. Wang and T. Brennan, *Alibaba's Logistics arm follows chinese demand overseas*. [Online] Available: <http://www.alizila.com/cainiao-alibabas-logistics-arm-follows-chinese-demand-overseas/>. Accessed on: 25.10.2017.
- [71] CBInsights, *Disrupting Logistics: The Startups That Are Unbundling FedEx & UPS*. [Online] Available: <https://www.cbinsights.com/research/startups-unbundling-fedex/>. Accessed on: Oct. 12 2017.
- [72] Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ), *Bosch will Robotertaxis bereits 2018 auf die Straße schicken*. [Online] Available: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/bosch-will-robotertaxis-bereits-2018-auf-die-strasse-schicken-15097269.html>. Accessed on: Sep. 10 2017.
- [73] Die Welt, *Staubsaugerhersteller Dyson will „radikal andere“ E-Autos bauen*. [Online] Available: <https://www.welt.de/wirtschaft/article169075253/Staubsaugerhersteller-Dyson-will-radikal-andere-E-Autos-bauen.html>. Accessed on: Oct. 10 2017.
- [74] M. Perez Hernandez and S. Reiff-Marganec, „Classifying Smart Objects using Capabilities“, *Smart Computing (SMARTCOMP), 2014 International Conference on*, pp. 309–316, 2014.
- [75] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), „Machine-to-Machine-Kommunikation – eine Chance für die deutsche Industrie“, Berlin, 2012.
- [76] Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML), „Intelligente Behälter: Die Dinge fangen an zu denken“, Dortmund, kein Datum.
- [77] R. Tachet et al., „Revisiting Street Intersections Using Slot-Based Systems“, (eng), PLoS ONE, vol. 11, no. 3, e0149607, 2016.
- [78] Qi Nanophotonics, *Qi Nanophotonics: Platform-of-Platforms Quantum & Light Technologies*. [Online] Available: <http://qinano.com>. Accessed on: Sep. 30 2017.
- [79] Cisco, „Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021“, San Jose, 2017. [Online] Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni-complete-white-paper-c11-481360.html>.
- [80] D. Wetzels, *Die Internet-Giganten verlieren ihre Datenmonopole*. [Online] Available: <https://www.welt.de/wirtschaft/article164874973/Die-Internet-Giganten-verlieren-ihre-Datenmonopole.html>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [81] J. Green, *Blockchains, Diamonds And The New Transparency*. [Online] Available: <https://www.forbes.com/sites/jemmagreen/2017/08/20/blockchains-diamonds-and-the-new-transparency/#30d3903e6a6c>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [82] ZF Friedrichshafen AG, *Fahrende Geldbörse – Das selbstzahlende Auto*. [Online] Available: [https://www.zf.com/corporate/de\\_de/magazine/magazin\\_artikel\\_viewpage\\_22227304.html](https://www.zf.com/corporate/de_de/magazine/magazin_artikel_viewpage_22227304.html). Accessed on: Oct. 25 2017.
- [83] UPS, *Manufacturing game changer: UPS launches 3-D printing network*. [Online] Available: <https://compass.ups.com/in-store-3d-printing-services/>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [84] FedEx, *Technology Innovation Profile: 3D Printing and Going Local*. [Online] Available: <http://www.fedex.com/us/healthcare/knowledge-center/technology/technology-innovation-profile-3d-printing-and-going-local.html>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [85] B. Sterling, *Shaping Things*. Cambridge: The MIT Press, 2005.

- [86] Deutsche Post DHL, *DHL liefert Pakete jetzt auch in den Smart Kofferraum*. [Online] Available: [http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/dhl\\_liefert\\_pakete\\_jetzt\\_auch\\_in\\_den\\_smart\\_kofferraum.html](http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2016/dhl_liefert_pakete_jetzt_auch_in_den_smart_kofferraum.html). Accessed on: Oct. 03 2017.
- [87] W. Eckl-Dorna, *Autohersteller Volvo startet Turbo-Päckchenzustellung*. [Online] Available: <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/handel/lieferservice-volvo-laesst-pakete-in-kofferraum-liefern-in-2-std-a-1091801.html>.
- [88] L. Stresing, *Amazon und das smarte Türschloss – Wollen Sie die reinlassen?* [Online] Available: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/amazon-key-wie-sicher-sind-smart-locks-a-1174849.html>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [89] P. Khanna, *Connectography: Mapping the Future of Global Civilization*. New York: Random House, 2016.
- [90] T. Jörgl, *Citylogistik: Pop-up-Logistik im Trend*. [Online] Available: [http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/17340/Same-Hour-Delivery-treibt-laut-Immobilienexperten-die-Suche-nach-kleinen-Lag?xing\\_share=news](http://www.logistik-heute.de/Logistik-News-Logistik-Nachrichten/Markt-News/17340/Same-Hour-Delivery-treibt-laut-Immobilienexperten-die-Suche-nach-kleinen-Lag?xing_share=news). Accessed on: Sep. 27 2017.
- [91] D. von Dollen, „Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap“, Electric Power Research Institute, Gaithersburg, 2009. [Online] Available: <https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/smartgrid/InterimSmartGridRoadmapNISTRestructure.pdf>. Accessed on: Oct. 03 2017.
- [92] N. Lohade, *Dubai Aims to Be a City Built on Blockchain*. [Online] Available: [https://www.wsj.com/articles/dubai-aims-to-be-a-city-built-on-blockchain-1493086080?utm\\_content=buffer6a966&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.wsj.com/articles/dubai-aims-to-be-a-city-built-on-blockchain-1493086080?utm_content=buffer6a966&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer). Accessed on: Sep. 30 2017.
- [93] Innovationsforum Blockchain, *Revolutioniert Blockchain Logistikprozesse? Der Rückblick aufs Meetup*. [Online] Available: <http://innovationsforum-blockchain.de/tag/logistik>. Accessed on: Oct. 25 2017.
- [94] R. Höwelkröger, *DHL testet Privatleute statt Profis für die Paket-Zustellung*. [Online] Available: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/DHL-testet-Privatleute-statt-Profis-fuer-die-Paket-Zustellung-1956200.html>. Accessed on: Oct. 02 2017.
- [95] T. Brücken, *Im Urlaub mal schnell ein Päckchen ausliefern*. [Online] Available: <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article167044740/Im-Urlaub-mal-schnell-ein-Paekchen-ausliefern.html>. Accessed on: Oct. 02 2017.
- [96] Weltbank: *The Logistics Performance Index and its indicators – Suvery Questionnaire 2016*. [Online] Available: [https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/LPI\\_2014\\_Questionnaire.pdf](https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/LPI_2014_Questionnaire.pdf). Accessed on: Oct. 08 2017.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Der Weg zur „Outcome Economy“	13
Abb. 2:	Nachhaltigkeitskonzepte im Vergleich	18
Abb. 3:	Regulierungsinstrumente zur Erreichung der Klimaziele	20
Abb. 4:	Das S-Kurven-Modell nach Foster	24
Abb. 5:	Vergleich der Marktadoptionsrate zwischen Big Bang Disruptionen und „normalen“ Produkten	25
Abb. 6:	Cherry-Picking der Logistik-Start-ups am Beispiel FedEx	28
Abb. 7:	Hypermotion Grid – Elemente zukünftiger Verkehrssysteme	31

# TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Eigenschaften von Smart Objects	35
---------	---------------------------------	----

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
bspw.	Beispielsweise
CEM	Customer Experience Management
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CRM	Customer Relationship Management
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DUH	Deutsche Umwelthilfe
EU	Europäische Union
EB	Exabyte
GB	Gigabyte
ggf.	gegebenenfalls
i.e.	id est
IoT	Internet of Things
ITS	Intelligente Transportsysteme
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LOHAS	Lifestyle of Health and Sustainability
M2M	Maschine-zu-Maschine
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NGO	Nichtregierungsorganisation
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxid
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
SC	Supply Chain
Tab.	Tabelle
UN	Vereinte Nationen
UK	United Kingdom (Vereintes Königreich Großbritanniens)
ZB	Zettabyte
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Messe Frankfurt Exhibition GmbH  
Hypermotion  
Ludwig-Erhard-Anlage 1  
60327 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0) 69/75 75-56 21  
[www.messefrankfurt.com](http://www.messefrankfurt.com)

### Verlag

Messe Frankfurt Medien und Service GmbH  
Ludwig-Erhard-Anlage 1  
60327 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0) 69/75 75-55 15  
[publishing.services@messefrankfurt.com](mailto:publishing.services@messefrankfurt.com)  
[www.publishingservices.messefrankfurt.com](http://www.publishingservices.messefrankfurt.com)

### Autoren

**BENZ +  
WALTER**

Prof. Dr.-Ing. Michael Benz,  
Dr.-Ing. Stefan Walter, Daniel Jonas  
Benz + Walter GmbH  
Hirschgraben 18  
65183 Wiesbaden  
[info@benz-walter.de](mailto:info@benz-walter.de)

### Layout

Messe Frankfurt Medien und Service GmbH  
Silke Magersuppe

### Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG  
60386 Frankfurt am Main

Diese Publikation und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtes bedarf der Zustimmung des Verlages. Dies gilt auch für die Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und für die Verbreitung auf CD/DVD und im Internet. Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Frankfurt am Main.

© Messe Frankfurt Medien und Service GmbH, 2018

# ZUKUNFT BEGINNT MIT FRAGEN

Antworten gibt es auf der  
Hypermotion vom 20. bis 22.11.2018



## Connectivity

- » Wie können Zustandsdaten über Gebäude, Infrastruktur und Fahrzeuge erzeugt und übertragen werden?
- » Wie können Teilnehmer von Verkehrs- und Logistiksystemen besser miteinander kommunizieren?
- » Welche Innovationen gibt es zur Vernetzung von Logistik und Mobilität?



## Synchronised & Urban Logistics

- » Wie muss eine synchrone und kundengetriebene Wertschöpfungskette gestaltet sein?
- » Welche Konzepte ermöglichen eine kosteneffiziente und flexible Zustellung auf der letzten Meile?
- » Wie können Produkte in Produkt-Service-Systeme verwandelt werden, die über den gesamten Lebenszyklus rückverfolgbar sind?



## Monitoring & Transparency

- » Wie kann eine durchgängige Transparenz über alle Logistik- und Mobilitätsprozesse geschaffen werden?
- » Wie können Logistik- und Mobilitätsprozesse integriert betrachtet und proaktiv gesteuert werden?
- » Wie können Daten zum Nutzen aller Prozess Teilnehmer zentral bereitgestellt werden?



### **Data Analytics & Security**

- » Wie können Logistik- und Mobilitätsprozesse durch Datenanalysen laufend optimiert werden?
- » Wie können die Bedürfnisse des Endkunden in Logistik und Mobilität durch Datenanalysen besser verstanden und antizipiert werden?
- » Wie können finanzielle Transaktionen in Logistik- und Mobilitätssystemen sicher gestaltet werden?



### **Sustainability**

- » Wie können Emissionen in Logistik und Mobilität besser gemessen und vermieden werden?
- » Welche Konzepte bestehen, um die soziale Nachhaltigkeit von Logistik und Mobilität zu fördern?
- » Wie können externe Kosten besser antizipiert werden?



### **Hypermodality**

- » Wie können auf den Endkunden individuell angepasste, personalisierte Logistik- und Mobilitätsketten gestaltet werden?
- » Wie verändern sich Logistik- und Mobilitätsprozesse durch Digitalisierung und Dekarbonisierung und welche Chancen ergeben sich dadurch für alle Teilnehmer?
- » Wie müssen Logistik- und Mobilitätssysteme aufgrund der Intermodalität durch Digitalisierung neu gestaltet werden?



### **Smart & Digital Regions**

- » Wie müssen Städte und Regionen im Rahmen der Digitalisierung von Logistik und Mobilität reorganisiert werden?
- » Wie kann die Nutzung von Flächen in Smart Regions und Cities flexibilisiert werden?
- » Wie kann die „Citizen Experience“ für Bürger durch die digitale Transformation verbessert werden?

**Messe Frankfurt Exhibition GmbH**  
Hypermotion  
Ludwig-Erhard-Anlage 1  
60327 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0) 69/75 75-56 21  
[www.messefrankfurt.com](http://www.messefrankfurt.com)

