

FAT-Schriftenreihe 315

Anforderungen und Chancen für Wirtschaftsverkehre in der Stadt mit
automatisiert fahrenden E-Fahrzeugen (Fokus Deutschland)



**Anforderungen und Chancen für Wirtschaftsverkehre in der
Stadt mit automatisiert fahrenden E-Fahrzeugen
(Fokus Deutschland)**

Manuela Bauer
Dr. Bernd Bienzeisler
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und
Organisation IAO

Prof. Dr. Tobias Bernecker
Simone Knoll-Mridha
Hochschule Heilbronn

Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) gefördert.

Zusammenfassung.....	7
1 Motivation, Zielsetzung und Forschungsdesign	11
1.1 Entstehungshintergrund.....	11
1.2 Definitionen und Zielsetzung.....	12
1.3 Forschungsdesign & methodisches Vorgehen.....	12
2 Der urbane Wirtschaftsverkehr im Wandel durch Elektrifizierung, Automatisierung und Digitalisierung.....	19
2.1 Fahrzeugveränderung durch E-Mobilität und Automatisierung.....	19
2.2 Prozessveränderung durch Regulierung, Flächenmanagement und Bündelung	27
2.3 Veränderung der Kundenschnittstelle durch Digitalisierung der Informations- und Kommunikationstechnik.....	30
2.4 Treiber des urbanen Wirtschaftsverkehrs	31
3 Analyse des Wirtschaftsverkehrs in den Städten Mannheim, Leipzig und München	35
3.1 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Mannheim	35
3.2 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Leipzig	39
3.3 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in München	43
3.4 Übertragbarkeit auf andere deutsche Großstädte.....	47
4 Szenarien einer autonom-elektromobilen Stadtlogistik	49
4.1 Beschreibung der Szenarien einer autonom- elektromobilen Stadtlogistik ...	49
4.2 Vergleich der Szenarien.....	71
4.3 Bedeutung der Szenarien für Städte, Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller.....	74
5 Entwicklungspfade des urbanen Wirtschaftsverkehrs in deutschen Großstädten.....	81
5.1 Erreichbare Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrade	81
5.2 Pfadentwicklungen	83
6 Fazit und Ausblick	87
Literaturverzeichnis.....	91
Expertenverzeichnis	98

Zusammenfassung

Der urbane Wirtschaftsverkehr ist ein funktionaler Bestandteil von Städten, der dafür sorgt, dass Bürgerinnen und Bürger einkaufen können, Handelsunternehmen mit Waren versorgt werden, urbane Produktion stattfindet und Abfall entsorgt wird. Derartige Güterströme erzeugen innerstädtischen Verkehr und sichern gleichzeitig die Versorgung der Bevölkerung. Allerdings steht einer funktionierenden innerstädtischen Logistik das wachsende Bewusstsein der Bevölkerung für nachhaltiges Wirtschaften und Umweltverträglichkeit gegenüber. Nicht nur diese Diskussion rund um Lärm- und Schadstoffbelastungen, sondern auch der weiter wachsende innerstädtische Verkehr erhöhen den Handlungsdruck auf die öffentlichen Akteure und erfordern dringend Lösungen für den zukünftigen urbanen Wirtschaftsverkehr.

Vor diesem Hintergrund setzt sich die Studie „Anforderungen und Chancen für Wirtschaftsverkehre in der Stadt mit automatisiert fahrenden E-Fahrzeugen (Fokus Deutschland)“ zum Ziel, zukunftsweisende Konzepte für die urbane Logistik zu erarbeiten. Hierfür wurde eine explorative Szenariomethodik angewandt. Diese ermöglicht es, denkbare Entwicklungen der zukünftigen Situation zu beschreiben, an denen das aktuelle Handeln gespiegelt werden kann. Die entstandenen Szenarien veranschaulichen, wie der urbane Wirtschaftsverkehr in Zukunft aussehen kann. Anhand dessen kann schließlich ermittelt werden, welche Herausforderungen und Anforderungen jeweils für Städte, Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller entstehen. Dabei wurde insbesondere untersucht, welche Anforderungen und Chancen die Prozesse der Automatisierung und Elektrifizierung für den innerstädtischen Wirtschaftsverkehr mit sich bringen.

Die Szenarien wurden im Rahmen eines zweistufigen Workshop-Prozesses in drei Beispielstädten entwickelt und greifen zum einen allgemeine Trends der Logistikwirtschaft auf, zum anderen beziehen sie spezifische stadträumliche Charakteristika mit ein. Als Beispielstädte wurden Mannheim, Leipzig und München herangezogen. Die Industrie- und Hafenstadt Mannheim steht dabei als Beispiel für Städte mit hohem Güterverkehrsaufkommen, insbesondere zur Werksbelieferung und für Produktionszwecke, sowie eine durch natürliche Gegebenheiten (Flüsse) eingeschränkt erreichbare Innenstadt. Die dynamische Dienstleistungs- und Wissensstadt Leipzig hingegen verkörpert schnell wachsende Städte mit derzeit noch verfügbaren Flächenkapazitäten. München als größte der ausgewählten Städte dient als Beispiel für Metropolen an der Kapazitätsgrenze: Sowohl in Bezug auf die Bevölkerungs-, Flächen-, als auch auf die Verkehrsentwicklung ist die Stadt München einem enormen Druck ausgesetzt.

Der erste Teil der Studie beinhaltet eine Status-Quo-Analyse des Wirtschaftsverkehrs in den drei Beispielstädten. Neben sich überschneidenden Themen wie steigende Kundenanforderungen und Sicherstellung der urbanen Versorgung existieren stadtspezifische Besonderheiten, die beispielsweise Pendlerströme, Flächenverfügbarkeit oder Baustellenregelungen betreffen. Der Einfluss dieser städtischen Spezifika auf die Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs – in Kombination mit den allgemeinen Trends der Branche – wurde in einem zweistufigen Workshop-Prozess je Beispielstadt analysiert. Die erste Workshop-Phase diente dazu, städtische Besonderheiten hervorzuheben und Trendprojektionen zu zukünftig relevanten Schlüsselfaktoren zu erarbeiten, die die Basis für die später erarbeiteten Szenarien bilden. Aus den Ergebnissen der ersten Workshops (Januar und Februar 2018) ließen sich in Anlehnung an die explorative Szenariotechnik insgesamt sechs stadtspezifische Rohszenarien ableiten, die in der zweiten Workshop-Phase (April 2018) mit den Experten vor Ort diskutiert, überarbeitet und finalisiert wurden. In den gesamten Erarbeitungsprozess waren sowohl Fahrzeughersteller, Vertreter der öffentlichen Hand, Akteure der Logistikwirtschaft, Betroffene aus Handel und Industrie sowie Beteiligte aus der Bürgerschaft einbezogen.

Motivation und Entstehungshintergrund

Zielsetzung und Methodik

Analyse anhand von drei Beispielstädten

Vorgehensweise im Workshop-Prozess

Die Ergebnisse des Workshop-Prozesses zeigen, dass sich die drei untersuchten Städte Mannheim, Leipzig und München hinsichtlich Struktur, Entwicklungstendenzen und spezifischer Herausforderungen im Wirtschaftsverkehr teilweise deutlich voneinander unterscheiden. Die je Stadt gebildeten zwei Szenarien sind daher zunächst als Ergebnisse des jeweils stadtspezifischen Workshop-Prozesses zu sehen. Da allerdings in allen drei Städten mit derselben Methodik und mit identischen Leitfragen gearbeitet wurde, lassen sich die Szenarien nach Ausklammerung lokaler Besonderheiten durchaus auch parallel betrachten. So ist es möglich, auf dieser Basis validierte Zukunftsbilder und Entwicklungspfade für Wirtschaftsverkehre in der Stadt bis zum Jahr 2035 zu kreieren und die Ergebnisse auf andere Städte mit ähnlichen Charakteristika zu übertragen.

Die sechs entwickelten Szenarien für den urbanen Wirtschaftsverkehr zeigen hinsichtlich des Einsatzes von Nutzfahrzeugen in der Stadt, die (batterie-)elektrisch verkehren bzw. die mit Komponenten für das (hoch) automatisierte Fahren ausgerüstet sind, relativ starke Unterschiede:

Szenario #1: Die Politik als Innovationsmanager

Die Politik hat den Elektroantrieb zum Standard gemacht, jedoch verhindern rechtliche Beschränkungen das automatisierte Fahren weitestgehend. Der Staat dominiert mit einem umfassenden Gestaltungsanspruch für die städtische Logistik.

Szenario #2: High-Tech-Flottenbetreiber revolutionieren die Stadtlogistik

Im Nah- und Regionalverkehr ist das batterieelektrische Fahren wirtschaftlich attraktiv, auch das hoch automatisierte Fahren ist in vielen Anwendungsfällen möglich und bringt wirtschaftliche Vorteile. Ein liberaler Rechtsrahmen öffnet den Weg zur Durchsetzung der Stadtlogistik mit wirtschaftlich attraktiven Innovationen.

Szenario #3: Die Innovationskraft des Marktes

Elektromobilität ist aufgrund eines funktionierenden Lademanagements und unternehmensübergreifend organisierter Stadtlogistik zum Standard geworden. Mehrere Marktakteure entwickeln gemeinsam eine neue, durch kundennahe Innovationen geprägte Marktordnung für die Stadtlogistik.

Szenario #4: Emissionsarme Stadtlogistik als kommunalpolitische Aufgabe

Das Streben nach Luftreinhaltung hat der Batterie im Nahbereich zum Durchbruch verholfen. Dagegen spielt die Automatisierung in der öffentlichen Wahrnehmung nur eine geringe Rolle. Die Kommunen haben aktive Gestaltungsmöglichkeiten und streben vielfach die autofreie Innenstadt an.

Szenario #5: Nachhaltigkeit als Leitlinie der Stadtlogistik

Die Stadtlogistik ist nur noch elektrisch zulässig und hat sich ganzheitlich so verändert, dass hoch automatisierte Zustellhilfen in der Stadt die Regel sind. Aus einem starken Nachhaltigkeitsbewusstsein heraus hat insbesondere die Bevölkerung einen eigenen Gestaltungsanspruch für die städtische Logistik.

Szenario #6: Die Stadt definiert sich neu

Die Elektromobilität hat sich als Folge von Förderprogrammen und Regulierungsmaßnahmen dort etabliert, wo dies die Reichweite der Fahrzeuge zulässt. Daten regeln die effizientere Organisation des kommunalen Verkehrs und der Verkehrsflächen. Die Weiterentwicklung von Bundes- und Europarecht eröffnet weitreichende Gestaltungsmöglichkeiten für die Kommunalpolitik.

Jedes der sechs im Workshop-Prozess entwickelte Szenario sieht gegenüber dem Status Quo bis 2035 Veränderungen bzw. Entwicklungen für den Wirtschaftsverkehr in der Stadt vor. Die Entwicklungsdynamik fällt in ihrer Radikalität allerdings jeweils unterschiedlich aus. Dies liegt insbesondere daran, dass die involvierten Akteure (von der Kommune über Logistikdienstleister bis hin zu Fahrzeugherstellern) jeweils in unterschiedli-

chen Rollen gesehen werden, und von unterschiedlichen Interessen geleitet sind. Im Ergebnis kann deshalb jeweils von einem unterschiedlichen Durchdringungsgrad der Stadt mit elektrifizierten und automatisierten Fahrzeugen im Wirtschaftsverkehr gesprochen werden.

Damit die in den Szenarien jeweils erwarteten Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrade eintreten, trifft jedes Szenario insbesondere Annahmen dazu, wer die jeweils im Mittelpunkt stehenden handelnden Akteure sind, die die Initiative ergreifen, und wie diese konkret ihren Einfluss ausüben: In den überwiegend von der Kommune getriebenen Szenarien definiert die Stadt ihre Rolle in kommunalen Veränderungsprozessen über die Zeit neu und begreift die Stadtlogistik als wichtige kommunalpolitische Gestaltungsaufgabe. Sie hat die Möglichkeit hierzu, weil die Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs in der Stadt durch eine entsprechende übergeordnete Rechtsetzung zukünftig weitgehend in die Hand der Kommunen gelegt wird. Dies führt zu lokalen Erfolgen, aber auch bald zu lokal sehr unterschiedlichen stadtspezifischen Verhältnissen. Hingegen geht das von übergeordneten staatlichen Interessen getriebene Szenario von einem umfassenden, stadtübergreifenden politischen Gestaltungsansatz aus. Treibender Akteure ist hier die Landes- bzw. Bundesebene, die zum einen stark auf die Elektromobilität als Instrument des Klimaschutzes und zur Luftreinhaltung setzt, und zum anderen die stadtübergreifende Standardisierung als wesentliches Instrument begreift, das im Zweifel Vorrang vor der Abbildung stadtspezifischer Besonderheiten hat. Dem staatlich getriebenen Szenario stehen zwei durch den Markt gestaltete Szenarien gegenüber, in denen eine liberale Marktordnung verschiedenen Akteuren auf den Märkten, v.a. den Fahrzeugherstellern und der Logistikwirtschaft, eine Umgestaltung und Weiterentwicklung der Stadtlogistik primär unter Effizienzgesichtspunkten ermöglicht. Die Elektromobilität kommt dort zum Einsatz, wo die Technologie wirtschaftlich einsetzbar ist und die Voraussetzungen gegeben sind. Das autonome Fahren in der Stadt wird aufgrund seines Effizienzsteigerungspotenzials vor allem in diesem Szenario intensiv vorangetrieben. Abschließend steht ein 2035 von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getriebenes Integrationsszenario, in dem die Bevölkerung zum maßgeblichen Gestalter der Stadt und zum entscheidenden Treiber kommunaler Weiterentwicklung wird. Sie fokussiert dabei die lebenswerte Stadt und ist zur Erreichung dieses Ziels offen gegenüber Innovationen, sodass in diesem Szenario sowohl die Elektrifizierung des Verkehrs als auch die Automatisierung ihren Platz finden.

Jedes dieser sechs Szenarien steht für ein individuelles Zukunftsbild, das beschreibt, in welche Richtung sich die urbane Logistik in deutschen Großstädten bis zum Jahr 2035 entwickeln könnte. Die sechs Szenarien lassen sich aber nicht nur als diskrete Ergebnisse interpretieren, sondern auch dazu nutzen, um Entwicklungspfade zu modellieren. So können ausgehend von dem Szenario, in dem die geringsten Veränderungen in Bezug auf Automatisierung und Elektrifizierung bis zum Jahr 2035 erwartet werden - weder sprunghafte Verbesserungen bei der Reichweite und den Kosten batterieelektrischer Fahrzeuge noch eine grundlegende Veränderung restriktiven Rechtsrahmens für das hoch automatisierte Fahren im öffentlichen Straßenraum – drei denkbare Entwicklungspfade abgeleitet werden:

1. Die „gestaltete Evolution“, in der Elektrifizierung und Automatisierung bis 2035 sukzessive Alltag werden. Dabei werden die Bereitschaft des Staates zur Veränderung rechtlicher Rahmenbedingungen sowie die Innovationskraft des Marktes aktiv aufgenommen und genutzt. Am Ende wird aus den hieraus resultierenden Raum für Innovationen der Wirtschaftsverkehr in der Stadt – getragen und getrieben von einem breiten gesellschaftlichen Konsens – neu aufgestellt.

2. Die „staatliche Umformung“, die in erster Linie von klima- und umweltschutzpolitischen Notwendigkeiten zur Zielerreichung getrieben wird. Deshalb wird hier die schnelle Durchsetzung der Elektromobilität inklusive einer vollständig dekarbonisierten Vorkette forciert. Andere Innovationen werden hingegen nachrangig behandelt.

3. Die „marktliche Veränderung“, die von dem Wunsch nach mehr Effizienz in der Logistik getrieben wird. Dieser Pfad setzt primär auf eine marktgetriebene schnelle Einführung verschiedener Komponenten der Automatisierung, wohingegen sich die Elektromobilität einer harten Wirtschaftlichkeitsdiskussion zu stellen und in dieser zu beweisen hat.

Vollständig zu Ende entwickelt, können alle drei Pfade bis 2035 zu dem von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getriebenen Szenario eines nachhaltigen Wirtschaftsverkehrs in der Stadt führen. Dieses setzt gleichermaßen auf Elektrifizierung und Automatisierung. Die Stadtlogistik gilt dann als elektrifiziert. Als Energiespeicher in den Fahrzeugen dienen in erster Linie Batterien. Verbleibende Reichweitengrenzen werden durch organisatorische Maßnahmen aufgegriffen und gelöst. Im Fernverkehr kommen ggf. auch ergänzende Technologien zum Einsatz (z.B. Oberleitungen oder die Brennstoffzelle). Die Stadtlogistik hat sich gleichzeitig ganzheitlich so verändert, dass hoch automatisierte Zustellhilfen und in geeigneten Einsatzbereichen (z.B. in städtischen Industriegebieten) das automatisierte Fahren in der Stadt die Regel ist. Trotz dieser technologischen Veränderungen wird aber großen Wert auf den Menschen in der Logistik gelegt, vor allem an der Kundenschnittstelle.

Implikationen für Städte,
Logistikdienstleister und
Fahrzeughersteller

Für die Städte bedeutet dies, dass sie zukünftig eine stärker koordinierende Rolle einnehmen müssen. So können sie nicht nur ein Mitspracherecht bei der Gesetzgebung einfordern, sondern ebenfalls die Bevölkerung und die Wirtschaft aktiv in eine innovative Stadtentwicklungsplanung einbeziehen. Damit dies gelingen kann, müssen jedoch die Rahmenbedingungen in den Städten, wie beispielsweise die entsprechende Verkehrsinfrastruktur und der politische Wille gegeben sein. Logistikdienstleister sind in diesem Zusammenhang gefordert, aktiv den Kontakt zu den Städten zu suchen und in nachhaltige Mobilitätslösungen zu investieren bzw. diese wirtschaftlich abbildbar in ihre Geschäftsmodelle zu integrieren. Hierbei können Kooperationen zu einem Wettbewerbsvorteil verhelfen. Diese Entwicklungen bedeuten für die Fahrzeughersteller, die Produkte für nachhaltige Logistiklösungen in den Städten entwickeln, dass sie sich nicht nur in Bezug auf die technischen Details, sondern immer stärker auch in den Prozessabläufen der urbanen Logistik auskennen müssen. Dies erfordert gegebenenfalls eine Anpassung der zeitlichen, personellen und strategischen Ausrichtung der Unternehmen. Die Kunden der Fahrzeuge werden zukünftig individuellere und bedarfsgerechtere Fahrzeuge fordern, welche den speziellen und ggf. stadtspezifischen Bedürfnissen der Nutzer entsprechen und dementsprechend angepasst sind, bis hin zu Modul- bzw. Baukastensystemen, mit denen der Nutzer das Fahrzeug schnell für den benötigten Zweck aus- bzw. umrüsten kann.

Übertragbarkeit der Ergebnisse

Die Stadtlogistiklösungen, die zukünftig erarbeitet werden, haben einen stadtspezifischen Charakter und erfüllen nicht automatisch den Anspruch der Übertragbarkeit auf andere Städte. In modifizierter Form und unter Berücksichtigung der in dieser Studie identifizierten relevanten Faktoren Verkehrsaufkommen, (Verkehrs-)Infrastruktur, Flächenverfügbarkeit im privaten und öffentlichen Raum, Art der Wirtschaftsverkehre sowie Art und Dichte der bestehenden Bebauung, ist eine angepasste Übertragbarkeit aber bei den meisten Lösungen durchaus denkbar. Es wird eine zentrale Aufgabe der Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller sein, stadtspezifische Lösungen zu entwickeln, die gleichzeitig wirtschaftlich abbildbar sind.

1 Motivation, Zielsetzung und Forschungsdesign

Die Bedeutung des Wirtschaftsverkehrs ist in Anbetracht der demographischen Entwicklung in den Ballungsräumen wichtiger denn je, bringt aber auch Herausforderungen für alle Beteiligten mit sich. Der Wunsch nach nachhaltigen Lösungen wird nicht zuletzt auch aus der Bevölkerung immer lauter. Für derartige Herausforderungen des Güterverkehrs werden in dieser Studie zukunftsweisende Konzepte an der Schnittstelle Stadt-Logistikwirtschaft entwickelt, die die Technologien Elektrifizierung und Automatisierung in den Mittelpunkt stellen.

1.1 Entstehungshintergrund

Der urbane Wirtschaftsverkehr sorgt für das Funktionieren der Stadt und ist unerlässlich für das tägliche Leben: die Bürgerinnen und Bürger wollen einkaufen, Handelsunternehmen benötigen Waren, die urbane Produktion ist auf die Versorgung mit Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie auf eine funktionierende Distributionslogistik angewiesen, Abfall muss entsorgt werden, Handwerksdienstleistungen erbracht und der Handel muss für seine Kunden erreichbar sein. Dies alles erzeugt in einer Stadt Verkehr und sichert gleichzeitig die Versorgung der Bevölkerung.

Mit dem steigenden Anteil des Online-Handels, veränderten Kundenerwartungen sowie dem Trend zu mehr Arbeitsteilung geht ein steigendes Liefer- und Dienstleistungsverkehrsaufkommen einher, das sich vor allem im städtischen Raum bemerkbar macht (Arndt 2018). Kleinere Sendungsgrößen in kürzeren Zyklen führen dazu, dass der Anteil der KEP-Dienstleister an den Fahrten beständig ansteigt (Pukarthofer 2018). Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Lieferanforderungen wird es für die Unternehmen im Wirtschaftsverkehr gleichzeitig immer schwieriger, ihre Lieferungen bzw. Aufträge zu bündeln. Somit sinkt die Auslastung der Fahrzeuge im Nahbereich. Innenstädte, in denen sich die Großzahl an Zielen des Wirtschaftsverkehrs befindet, sind durch diese Entwicklung besonders belastet (Arndt 2018).

Der Wunsch nach einer wie selbstverständlich funktionierenden innerstädtischen Logistik steht nämlich häufig im Gegensatz zu einem zunehmenden Bewusstsein in Bevölkerung und Politik für nachhaltiges Wirtschaften und mehr Umweltverträglichkeit. Gerade die urbanen Räume sind zunehmend von einer Diskussion um Lärm- und Schadstoffbelastungen betroffen. Insbesondere die vorgegebenen Grenzwerte für Feinstaub und Stickoxide können in den Städten zunehmend nicht mehr eingehalten werden, sodass zunehmender Handlungsdruck auf Seiten der öffentlichen Akteure entsteht.

Vor diesem Hintergrund sind Lösungen für den Wirtschaftsverkehr als Teil des urbanen Raums der Zukunft erforderlich. Die Minderung von Emissionen an ihrer Quelle dient als Ansatzpunkt für nachhaltigere Logistikprozesse (Pukarthofer 2018). Insbesondere in Großstädten scheinen innovative Transportlösungen in besonderer Weise interessant. Es ist notwendig, Strategien zur Reduktion negativer Verkehrswirkungen und zur Förderung umweltschonender Fahrzeugtechniken und Lieferkonzepte zu entwickeln (Arndt 2018). Diese Strategien und Lösungen müssen jedoch die Bedürfnisse aller Akteure und Betroffenen angemessen berücksichtigen.

Zu den technologischen Ansätzen, die für die Bewältigung der aktuellen und zukünftigen Herausforderungen im Kontext des innerstädtischen Güterverkehrs derzeit besonders häufig diskutiert werden, zählen vor allem die Elektrifizierung des Antriebsstrangs der im urbanen Raum eingesetzten Lieferfahrzeuge sowie die Automatisierung von urbanen Transporten über hoch automatisierte bis hin zu fahrerlosen Systemen. Beide Entwicklungen stehen dabei auch im Kontext einer weit reichenden Digitalisierung der Lieferkette und von logistischen Prozessen.

1.2 Definitionen und Zielsetzung

Definition Wirtschaftsverkehr

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit dem Wirtschaftsverkehr im urbanen Raum. Mit dem Begriff des Wirtschaftsverkehrs werden im Allgemeinen „Ortsveränderungen von Gütern [und] Personen [...] für geschäftliche oder betriebliche Zwecke“ zusammengefasst (Arndt 2018, S. 6). Zu unterscheiden ist dabei zwischen dem Personenwirtschaftsverkehr, der aus Geschäftsreisen und Dienstfahrten besteht, und dem Dienstleistungsverkehr, der die Beförderung von Personen oder Gütern (z.B. Handwerkerfahrten, Kurierfahrten) beinhaltet (Arndt 2018). Letzterer bildet den Schwerpunkt in dieser Studie.

Definition urbaner Raum

Um die besonderen Herausforderungen und Anforderungen deutscher Großstädte abzubilden, widmet sich diese Studie explizit den urbanen Räumen in Deutschland. Als urbaner Raum wird dabei ein Gebiet definiert, das sich aufgrund seiner Bevölkerungsdichte und baulichen Dichte vom umliegenden ländlichen Raum abgrenzt. Der Gesamttraum der städtisch geprägten Entwicklung wird als „urbane Landschaft“ bezeichnet (Breuste und Keidel 2008, S. 280) und setzt sich aus Kernstadt und Umland zusammen. Analog zur Raumabgrenzung des Bundesinstituts für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR 2015) konzentriert sich die Studie auf die Situation in den Zentren der Großstädte mit dem Fokus auf Städte mit mind. 250.000 Einwohnern und ihrer jeweiligen Ergänzungsgebiete.

Der im Folgenden benutzte Begriff des urbanen Wirtschaftsverkehrs steht vor diesem Hintergrund für die wirtschaftliche Beförderung von Gütern oder Personen in den deutschen großstädtischen Zentren und deren Ergänzungsgebieten.

Zielsetzung und Forschungsfragen

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, einen Überblick über derzeitige und zukünftige Entwicklungen dieses urbanen Wirtschaftsverkehrs in Deutschland mit Fokus auf die Technologien der Elektrifizierung und Automatisierung zu geben. Hierfür werden aktuelle Möglichkeiten und zukünftige Entwicklungstendenzen aufgezeigt, verdichtet und validiert. Im Fokus steht dabei insbesondere die Beantwortung der folgenden Fragen:

- Wie wirkt sich die Elektrifizierung und zunehmende Automatisierung von Lieferfahrzeugen auf die Organisation des Wirtschaftsverkehrs aus?
- Wie sehen zukunftsweisende Konzepte für urbane Logistik aus, die die Grundvoraussetzungen für Elektrifizierung und Automatisierung in geeigneter Form berücksichtigen?
- Welche Anforderungen ergeben sich daraus für die involvierten Akteure?

1.3 Forschungsdesign & methodisches Vorgehen

Angesichts der dahinter stehenden Entwicklungsdynamik ist es derzeit kaum möglich, die Digitalisierung und Elektrifizierung der Automobilindustrie sowie die wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für die nächsten 20 Jahre exakt vorausszusagen (Heymann und Meister 2017, S. 16). Es ist aber möglich, denkbare Entwicklungen aufzuzeigen. In diesem Sinne wurde in der vorliegenden Studie eine mehrstufige Fallanalyse anhand von drei Großstädten durchgeführt. Diese setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Zunächst werden die stadträumlichen Charakteristika und aktuellen Herausforderungen des Wirtschaftsverkehrs in den drei ausgewählten Städten beleuchtet. Auf Basis dessen wird über mögliche zukünftige Entwicklungen diskutiert. Hierfür kommt die explorative Szenariotechnik zum Einsatz. Zentrales Instrument in beiden Teilen der Untersuchung waren insgesamt sechs Expertenworkshops, die zur Datenerhebung sowie zur Diskussion und Validierung der Ergebnisse genutzt wurden. Diese fanden im Zeitraum Januar 2018 bis April 2018 in den drei Beispielstädten Mannheim, Leipzig und München statt.

1.3.1 Analyse anhand von Beispielstädten

Die Studieninhalte wurden in Bezug auf drei konkrete Städte gewonnen. So konnte die Relevanz stadträumlicher Charakteristika und Besonderheiten für die Ausgestaltung und Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs besonders praxisnah herausgestellt werden. Die Städte wurden so ausgewählt, dass sie sich deutlich in Bezug auf Bevölkerungsdichte und Wachstumsrate unterscheiden und mindestens 250.000 Einwohner haben. Weitere Kriterien für die Auswahl der Städte waren Standortattraktivität für Unternehmen, Mischung aus globalen Großkonzernen und Mittelstand sowie bestehende Infrastruktur (z.B. Autobahnanschluss, Güterverteilzentren, Hafenanbindung). Ausgewählt wurden nach eingehender Recherche die Städte Mannheim, Leipzig und München.

Auswahl der Beispielstädte

Mannheim hat rund 320.000 Einwohner (Bevölkerungsdichte 2.102 Einwohnern/km²) (Stadt Mannheim - Kommunale Statistikstelle 2018; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2017). Bis zum Jahr 2036 soll die Bevölkerung um rund 8 % zunehmen (Stadt Mannheim - Kommunale Statistikstelle 2016). Mit einem BIP pro Einwohner von ca. 62.000 Euro ist Mannheim in der Spitze der deutschen Städte angesiedelt (Stadt Mannheim 2018b). Durch die Lage an Rhein und Neckar mit dem zweitgrößten Binnenhafen Deutschlands und die Nähe mehrerer Autobahnen ist die Stadt gut an die Verkehrsinfrastruktur angebunden. Dies spiegelt sich auch in der Standortattraktivität wider. So sind beispielsweise Daimler AG (Evobus), Roche Diagnostics, SCA und John Deere mit großen Werken in Mannheim ansässig. In der Metropolregion Rhein-Neckar sitzen u.a. mit BASF, SAP sowie der Heidelberger Druckmaschinen AG weitere bedeutende Industrieunternehmen. Mit ihrer auf den Anfang des 17. Jahrhunderts zurückgehenden Einteilung in insgesamt 144 Quadrate, die von zwei großen Fußgängerzonen durchzogen werden, ist die Struktur der Mannheimer Innenstadt einmalig in Deutschland (Stadt Mannheim 2018a).

Beispielstadt Mannheim

Leipzig ist mit rund 590.000 Einwohnern (Bevölkerungsdichte: 1.918 Einwohner/km²) die zehntgrößte Stadt Deutschlands (Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen 2018c; Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen 2018b). Leipzig ist zugleich die derzeit dynamischste Großstadt Deutschlands. Das BIP pro Einwohner beträgt ca. 34.000 Euro (Stadt Leipzig 2018). Große Unternehmen der Mobilitäts- und Logistikwirtschaft wie Porsche, BMW, DHL oder auch Amazon sind in Leipzig ansässig, was einen attraktiven Wirtschaftsstandort widerspiegelt. Über die Autobahnen A14 und A9 ist Leipzig an das Fernstraßennetz angebunden. Die Leipziger Altstadt geht in ihrer Grundstruktur auf das 12. Jahrhundert zurück, weist aber u.a. aufgrund der kriegsbedingten Zerstörung von rund 60 % der Bausubstanz heute auch Züge einer geplanten Stadt des 20. Jahrhunderts auf (Bode 2002).

Beispielstadt Leipzig

München ist mit rund 1,53 Millionen Einwohnern (Bevölkerungsdichte: 4.933 Einwohner/km²) die drittgrößte Stadt Deutschlands (Landeshauptstadt München 2018c; Landeshauptstadt München 2018d). Bis zum Jahr 2036 ist mit einem Bevölkerungswachstum von bis zu 12,5% zu rechnen (Statistisches Landesamt Bayern 2018). Das BIP je Einwohner beläuft sich auf ca. 75.000 Euro, sodass München zu den wirtschaftlich stärksten Städten Deutschlands zählt (Landeshauptstadt München, Statistisches Amt München 2018). München ist ein international bedeutsames Wirtschaftszentrum und nicht nur Hauptsitz global agierender Industrieunternehmen wie z.B. BMW, sondern auch Sitz zahlreicher „Hidden Champions“ des Mittelstandes und aufstrebender Start-up-Unternehmen. Zahlreiche Autobahnen (u.a. A8, A99) sorgen für die infrastrukturelle Anbindung. Die in ihrer Grundstruktur auf eine mittelalterliche Stadanlage des 12. Jahrhunderts zurückgehende Münchener Innenstadt zählt zu den attraktivsten Einkaufsgegenen Deutschlands und hat gleichzeitig einen hohen Freizeitwert.

Beispielstadt München

1.3.2 Explorative Szenariotechnik als methodische Grundlage

Ein Szenario stellt eine mögliche zukünftige Situation dar und zeigt gleichzeitig Entwicklungspfade auf, die zu dieser zukünftigen Situation führen können (Kosow und Gaßner 2008). Der Blick auf die Zukunft bleibt jedoch grundsätzlich offen und nicht vorhersehbar, weshalb Szenarien nicht den Anspruch haben, ein umfassendes und realistisches Bild der Zukunft darzustellen. Vielmehr dienen Szenarien dazu, denkbare Möglichenhorizonte der zukünftigen Situation zu beschreiben, an der das aktuelle Handeln gespiegelt werden kann (Bienzeisler et al. 2016a). Aus diesem Grund ist das Ziel der Szenariomethodik, am Ende möglichst in sich stimmige und stabile, jedoch untereinander so unterschiedlich wie mögliche Zukunftsvisionen zu beschreiben (Reibnitz 1992). So werden der Möglichkeitsraum und der sich darauf beziehende Diskussionsprozess gezielt erweitert, ohne in Unwahrscheinlichkeiten und Phantasien abzudriften. Außerdem trägt bereits der Prozess der Szenarioentwicklung dazu bei, wesentliche Erkenntnisse, Einsichten und Denkanstöße zu generieren (Bienzeisler et al. 2016a).

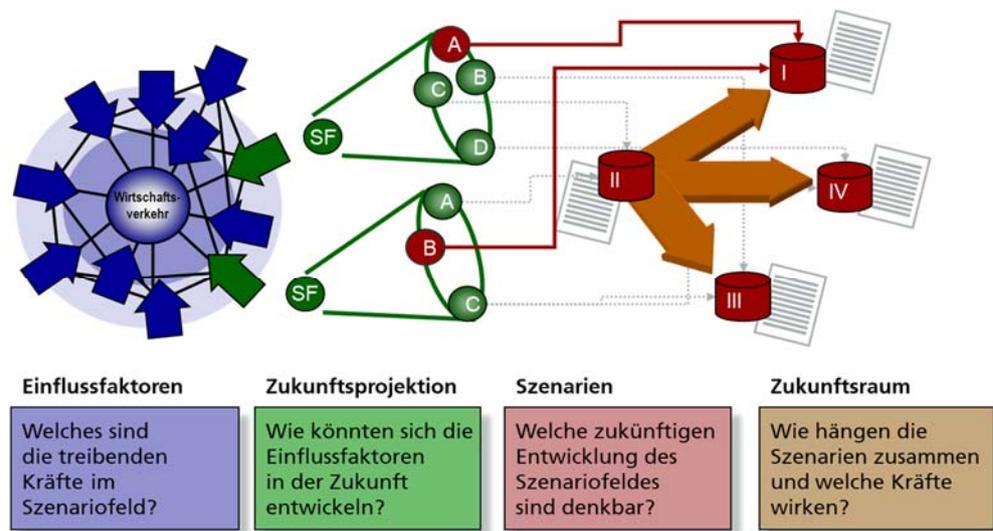


Abb. 01: Prozess der Szenarioentwicklung. Quelle: Eigene Darstellung nach Fink und Rammig 2013, S. 4.

Das Ziel der für diese Studie durchgeführten explorativen Szenarioanalyse ist die nähere Untersuchung des Wirkungsgefüges im innerstädtischen Wirtschaftsverkehr sowie die daraus entstehenden Wechselwirkungen mit der Gesellschaft, der Wirtschaft sowie der Stadt. Neben Implikationen für Fahrzeughersteller werden dabei auch stadträumliche Wirkungszusammenhänge betrachtet, um die öffentliche Planungsrelevanz aufzuzeigen.

Der in dieser Studie angewandte Szenarioprozess folgt einem Vorgehen, das sich an die explorative Szenariomethode von Reibnitz (1992) anlehnt. Diese Methode geht von Entwicklungen der Gegenwart aus, die auf die Zukunft projiziert werden. Dabei werden aus der Diskussion zu Entwicklungen, treibenden Einflüssen und möglichen Folgen Zukunftsbilder konstruiert (Raiber et al. 2016a), die von der Entwicklung unterschiedlichster Faktoren beeinflusst werden.

Aus diesem Grund ist der erste Schritt einer explorativen Szenarioentwicklung (Abb. 01) die Auswahl von Schlüsselfaktoren (Reibnitz 1992). Dabei werden bewusst in „Konstruktionsarbeit“ bestimmte relevante Einflussfaktoren im jeweiligen Themenfeld ausgewählt und diese miteinander in Beziehung gesetzt (Kosow und Gaßner 2008, S. 10). Diese Einflussanalyse ermöglicht eine Reduzierung der zu betrachtenden Faktoren, indem Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Einflussgrößen bereits im Vorfeld identifiziert werden.

In der vorliegenden Studie wurden die Einflussfaktoren in Workshops von den Autoren identifiziert, diskutiert und entsprechend ihrer Relevanz für den urbanen Wirtschaftsverkehr bewertet. Am Ende gingen schließlich 17 Faktoren als Schlüsselfaktoren in die Szenarioentwicklung mit ein.

Der zweite Schritt der explorativen Szenarioentwicklung besteht in der Bildung von Trendprojektionen über die identifizierten Schlüsselfaktoren. Dabei stellt sich die Frage, in welche Richtungen sich die Faktoren jeweils in Zukunft entwickeln könnten (Bienzeisler et al. 2016a). Hier ist zum einen Fachexpertise und zum anderen die Kreativität der Teilnehmenden in beiden Workshop-Runden am Erarbeitungsprozess gefragt, um den Fokus auf die Zukunft richten zu können und somit Entwicklungspfade zu erarbeiten. Außerdem erfordert die Szenariomentwicklung in Workshops eine Moderation, die die Diskussion der Teilnehmer ordnet und darauf achtet, dass gemeinsam als Gruppe ein Ergebnis erarbeitet wird, das nicht von selektiven Partikularinteressen dominiert wird. In der vorliegenden Studie wurden wesentliche Bestandteile der Szenariomentwicklung in lokalen Expertenworkshops in den drei Beispielstädten Mannheim, Leipzig und München erarbeitet.

Die im Szenarioprozess betrachteten Zeithorizonte waren zum einen das Jahr 2025 und zum anderen das Jahr 2035. Dazwischen liegt das Jahr 2030, das als Zieljahr des aktuellen Bundesverkehrswegeplans und der zugrundeliegenden Studien einen Meilenstein für die Verkehrspolitik der Bundesregierung und weitere, nachgeordnete Entscheidungen der Länder und Kommunen mit Auswirkungen auf den urbanen Wirtschaftsverkehr darstellt. Um die im Klimaschutzplan 2050 festgelegten Ziele zu erreichen, hat die Bundesregierung für das Jahr 2030 zudem als Zwischenziel die Reduktion der nationalen Treibhausgasemissionen um 55% gegenüber dem Jahr 1990 festgelegt (EU-Ziel: THG-Emissionenreduktion um mind. 40% gegenüber 1990). Vor diesem Hintergrund wird im Zuge der Erarbeitung der Studie das Jahr 2030 als wichtiger verkehrspolitischer Fixpunkt gesehen und es erfolgt eine Betrachtung des Fünfjahreszeitraumes davor und danach.

Die erarbeiteten Trendprojektionen werden im dritten Schritt der explorativen Szenariomethodik auf Konsistenz bzw. Verträglichkeit und Logik geprüft und bewertet. Hierfür wird eine so genannte Cross-Impact Matrix erstellt, mit der die gegenseitigen Wechselwirkungen der einzelnen Trendprojektionen modelliert werden (Abb. 02). Dabei wird untersucht, wie stark jede Trendprojektion jeweils die anderen Trendprojektionen beeinflusst (Bienzeisler et al. 2016a).

Betrachtete Zeithorizonte 2025 und 2035

Cross-Impact-Matrix

	A		B		C		D		
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3
A. Urbanisierung									
A1 - Urbane Industrie			-1	2	2	2	2	2	2
A2 - Neue Produktionsform			2	1	2	2	2	2	2
B. Sharing Economy									
B1 - Individualisierung steht im Fokus der Gesellschaft	2				2	2	0	2	2
B2 - Boom Sharing Economy	1	2			2	2	2	1	2
C. Technikakzeptanz									
C1 - Keine Akzeptanz moderner Techniken in der breiten Bevölkerung	-1	2	2	2			2	2	2
C2 - Technikakzeptanz selbstverständlich und ausgeprägt	1	2	2	2			2	2	2
D. Convenience Shopping									
D1 - Innenstadt ohne Lagerflächen	2	2	0	1	2	2			
D2 - Innenstädte als Erlebnisorte	2	2	2	2	-1	1			
D3 - Innovative Lösungen beherrschen den Markt	2	1	-1	2	2	2			
E. Regulierungsmaßnahmen									
E1 - Strenge kommunale Regulierung	-1	0	1	2	0	1	2	1	2
E2 - Regulierungsmaßnahmen werden hinfällig	1	1	-1	0	2	2	2	0	2
E3 - Regulierungen auf EU und Bundesebene	1	1	-1	-1	0	0	1	0	0
F. Anreizmaßnahmen									
F1 - Anreize durch Sharing Modellen	1	-1	2	2	2	2	1	2	2
F2 - Anreize für Flottenumbau und alternative Technologien	-1	1	-1	2	2	2	2	1	2
H. Kundenorientierung									
H1 - Geschäftsprozesse im Wandel	2	2	-1	2	2	2	2	1	2
H2 - Lieferservice auf höchstem Niveau	1	0	2	1	2	2	1	2	2
M. Raumoptimalflächennutzung									
M1 - Flächensharing	1	-1	2	2	2	2	2	-1	2
M2 - Effiziente Flächen- und Gebäudenutzung	1	1	2	2	2	2	2	2	2
M3 - Freiflächen entstehen	2	-1	2	2	2	2	1	2	2
I. Fair Logistics									
I1 - Trend Fair Logistics	2	2	2	2	-1	1	1	0	1
I2 - Regionalisierung	2	1	2	2	2	2	2	2	-1
I3 - Geld ist geil	2	2	2	2	2	2	2	2	2
W. Wirtschaftsentwicklungsstrategie									
W1 - Start-ups auf der Überholspur	1	2	1	1	2	2	1	2	2
W2 - The Biggest One	1	-1	2	2	-1	1	1	-1	1
W3 - Gemeinsam stark	-1	1	-1	1	2	2	1	1	2
Umweltbelastungen									

Abb. 02: Ausschnitt aus der im Projekt angefertigten Cross-Impact-Matrix; Quelle: Eigene Darstellung.

Der nächste Schritt der explorativen Szenariotechnik umfasst die Bildung von Rohszenarien. Als Dreh- und Angelpunkt der Rohszenarien dienen in der vorliegenden Studie die Trendprojektionen in den Schlüsselfaktoren Automatisierung und Elektrifizierung. Im Ergebnis konnten für jede Beispielstadt zwischen vier und neun Rohszenarien identifiziert werden. Aus diesen möglichen Rohszenarien wurden jeweils zwei möglichst trennscharfe Szenarien von den Teilnehmenden zur tiefergehenden Analyse in den Workshops ausgewählt. Die Auswahl erfolgte auf Basis der Konsistenzwerte, die mittels der an der Universität Stuttgart entwickelten Software „SzenarioWizard“ berechnet wurden.

Die insgesamt sechs Rohszenarien – zwei je Beispielstadt – wurden in jeweils einem weiteren Expertenworkshop inhaltlich sowie begrifflich geschärft. Im Ergebnis resultierten hieraus schließlich insgesamt sechs validierte Szenarien für den urbanen Wirtschaftsverkehr mit dem Zeithorizont 2035. Die Szenarien zeigen dabei ein mögliches Spektrum künftiger Entwicklungen auf, das zum einen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse und zum anderen mit Expertenwissen aus zwei Workshop-Runden entstanden ist. Dies ermöglicht es, zukunftsrelevante Themen für Fahrzeughersteller, Logistikdienstleister und Städte zu identifizieren.

1.3.3 Empirische Basis: Expertenworkshops in den drei Beispielstädten

Die vorliegende Studie ist explorativ ausgerichtet. Sie fokussiert daher eine hohe Informationsgüte, die über tiefgehende Analysen, Fachgespräche und Workshops in den Vordergrund gestellt wird. Zum Einsatz kommt ein mehrstufiges Verfahren (Abb. 03), welches eine Kombination verschiedener Methoden vornimmt, um die Validität der Ergebnisse zu erhöhen.

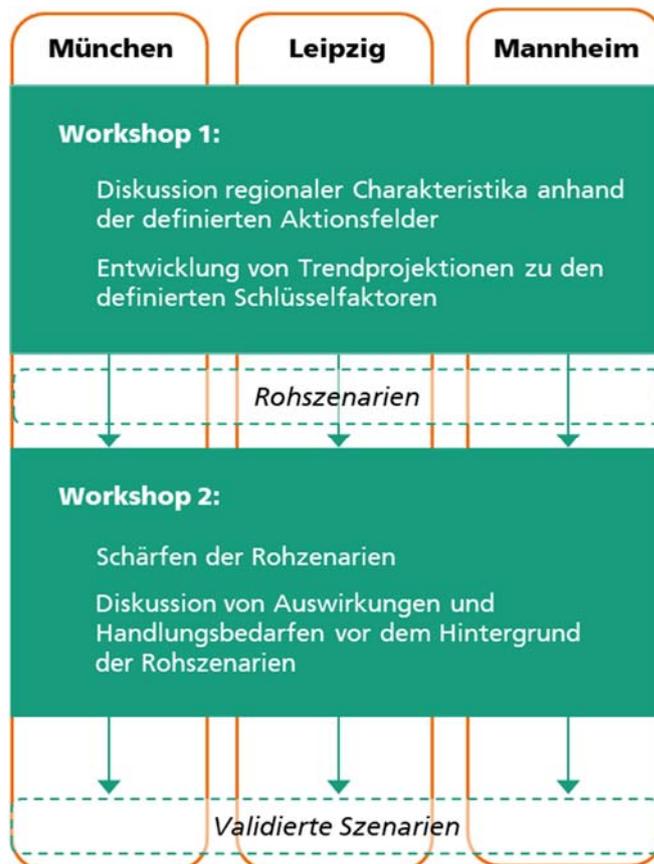


Abb. 03: Konzeption des Workshop-Prozesses; Quelle: Eigene Darstellung.

Zu den Expertenworkshops in Mannheim, Leipzig und München wurden jeweils Vertreter aus Kommune, Logistikwirtschaft, Industrie und Handel und Energiewirtschaft eingeladen (siehe Expertenverzeichnis). Die Veranstaltungen haben erheblich von dieser Vielfalt der eingeladenen Akteure profitiert, die eine umfängliche Sicht auf das Thema sichergestellt hat. Die Workshop-Teilnehmenden wurden mittels Recherchen und Gesprächen mit regionalen Stakeholdern identifiziert und persönlich eingeladen. Dabei wurde auf eine transparente Vorgehensweise geachtet. Die Teilnahmequoten für alle Workshops in den drei Städten lagen zwischen 32 und 54 Prozent. Die meisten Teilnehmenden aus den ersten Workshops sind dabei auch der Folgeeinladung zum zweiten Workshop gefolgt, und haben das mit einem großen Interesse am Thema und an der Studie begründet.

Teilnehmerkreis in den Workshops

Die Expertenworkshops in den drei Beispielstädten dienten zum einen dazu, den Status quo zum Thema Wirtschaftsverkehr, der auf Basis vorhandener Studien, Gutachten, statistischer Daten sowie Fachliteratur evaluiert wurde, vorzustellen, zu diskutieren und zu ergänzen. In der zweiten Workshop-Runde wurden in allen Städten die bisherigen Ergebnisse in ihrem jeweiligen Kontext präsentiert und erneut diskutiert. Das wechselseitige Betrachten der bisherigen Ergebnisse erlaubte es sowohl, in Bezug auf die eigene Stadt nochmals Aspekte zu identifizieren, die bislang evtl. keine Berücksichtigung gefunden haben, als auch Hinweise zu anderen Städten bzw. zur Fahrzeugwirtschaft einzubringen, die spezifisch vor dem Hintergrund der eigenen Erfahrungen bzw. Erwartungen sind.

Inhalte der Expertenworkshops

Zum anderen dienten die Expertenworkshops der Entwicklung von Szenarien mit stadträumlichen Verortungsbeispielen. Auch hier wurde zweistufig vorgegangen: Im ersten Workshop haben die Experten aus den identifizierten Schlüsselfaktoren Projektionen für die Zeiträume 2025 und 2035 entwickelt. Es wurde danach gefragt, wie sich die Schlüsselfaktoren jeweils in Zukunft ausgestalten/entwickeln könnten („Trendprojektionen“). Diese Trendprojektionen waren die Basis für die modellbasierte Entwicklung der Rohszenarien, die dann in der zweiten Workshop-Runde von den teilnehmenden Experten „feingeschliffen“ wurden. Aufgabenstellung war dabei insbesondere, die möglichen Entwicklungen stadträumlich zu verorten sowie relevante Akteure, mögliche Treiber und Hemmnisse zu identifizieren.

Im Ergebnis resultieren aus dem Workshop-Prozess revidierte und validierte Erkenntnisse zu Status Quo, zu Zukunftsbildern der autonomen und elektromobilen Stadtlogistik sowie zu Herausforderungen und Chancen dieser Entwicklungen.

2 Der urbane Wirtschaftsverkehr im Wandel durch Elektrifizierung, Automatisierung und Digitalisierung

Rund ein Drittel des städtischen Verkehrs in Deutschland ist dem Güterverkehr inklusive Dienstleistungs- und Geschäftsfahrten zuzuordnen (Arndt 2018). Dieser Anteil am urbanen Verkehrsaufkommen wächst weiter, was insbesondere auf die Trends der zunehmenden Arbeitsteilung sowie der steigenden Kundenanforderungen zurückzuführen ist. Damit gehen kleinere Sendungsgrößen und ein erhöhtes Sendungsvolumen einher, die zu einem steigenden Aufkommen des Liefer- und Dienstleistungsverkehrs in den Städten führen (Arndt 2018).

Das steigende Verkehrsaufkommen führt unter anderem zu einer erhöhten Luftschadstoffbelastung, höheren Lärmemissionen, Staubbildung sowie einem wachsenden Stresslevel für Bürgerinnen und Bürger sowie Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. In Kombination mit den speziellen Herausforderungen an Logistiksysteme im städtischen Raum durch die anhaltende Urbanisierung und die bereits sehr dicht bebauten Flächen werden immer intensivere Diskussionen mit immer mehr Akteuren über eine nachhaltige und trotzdem effiziente Logistik im urbanen Raum geführt.

Diese Diskussionen greifen die Entwicklung neuer technologischer Möglichkeiten im Bereich Antriebs-, Informations- und Kommunikationstechnik auf, und haben bereits heute zahlreiche Veränderungen der logistischen Systeme im urbanen Raum angestoßen. Im Idealfall sind solche neuen Logistiksysteme „hochintelligent“ und versorgen sowohl die produzierenden Unternehmen, den Handel und die Kunden „weitestgehend unbemerkt“ mit Waren (Bernecker et al. 2016, S. 15). So sind neue Fahrzeuge, neue Services und neue Prozesse entstanden, die pilotiert und weiterentwickelt werden. Die folgenden Abschnitte zeigen verschiedene Entwicklungen exemplarisch auf und geben so einen Überblick zum Wandel des urbanen Wirtschaftsverkehrs.

2.1 Fahrzeugveränderung durch E-Mobilität und Automatisierung

Die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs wird derzeit maßgeblich von zwei technologischen Entwicklungen beeinflusst: Emissionsarme Antriebsformen und automatisierte Systeme. Zum einen haben neue emissionsarme Antriebsformen eine hohe Innovationsfähigkeit für Logistikdienstleister (Bernecker et al. 2016),. Insbesondere die E-Mobilität wird als „Schlüssel für die Energiewende im Verkehr“ gesehen (Öko-Institut e.V. 2017, S. 7). Zum anderen bieten automatisierte Systeme und die digitale Vernetzung von Objekten, Maschinen und Menschen innovative Lösungen für Logistikprozesse im urbanen Raum (Bernecker et al. 2016): „Die Mobilität der Zukunft ist automatisiert, vernetzt und elektrisch“ (Becher et al. 2015, S. 4).

2.1.1 E-Mobilität

Laut §2 Elektromobilitätsgesetz sind elektrisch betriebene Fahrzeuge alle reinen Batterieelektrofahrzeuge, Brennstoffzellenfahrzeuge sowie Plug-in-Hybride. Letztere können dann Bevorrechtigungen in der Verwendung erhalten, wenn maximal 50 g/km CO₂ ausgestoßen werden oder wenn sie im reinen Elektro-Betrieb eine Mindestreichweite von 40 km erreichen (§3 (2) EMOG). Elektrofahrzeuge sind entweder batterieelektrisch (BEV = Battery Electric Vehicle), kombinieren Verbrennungs- und Elektromotor (Hybridfahrzeuge) oder nutzen eine Brennstoffzelle. Im Gegensatz zur Speicherung beim batterieelektrischen Antrieb erzeugt ein Brennstoffzellenfahrzeug den Strom direkt über eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Luftsauerstoff. Als Plug-in-Hybride (PHEV =

Abgrenzung Elektrofahrzeuge

Plug-in-Hybrid Electric Vehicle) werden Hybridfahrzeuge bezeichnet, die über einen Stecker geladen werden können (Elektromobilität NRW 2018).

Zulassungen von Elektrofahrzeugen in Deutschland

Am 01. Januar 2018 waren in Deutschland 53.861 reine Elektro-Pkw sowie 236.710 Hybrid-Pkw zugelassen (Kraftfahrt-Bundesamt 2018). Bis 2020 sollen laut Bundesregierung eine Million Elektrofahrzeuge in Deutschland zugelassen sein. Diese Zahl soll bis 2030 auf sechs Millionen ansteigen. Diese Ziele sind unter anderem im Regierungsprogramm Elektromobilität 2011 der Bundesregierung verankert (Bundesregierung Deutschland 2018). Der Kauf von Elektrofahrzeugen wird in Deutschland jeweils zur Hälfte von Bund und Industrie gefördert. Für rein elektrische Fahrzeuge erhält der Käufer eine Prämie in Höhe von 4.000 Euro, der Kauf von Fahrzeugen mit Plug-in-Hybrid Antrieb wird mit 3.000 Euro gefördert (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018). Weitere Punkte aus dem Regierungsprogramm Elektromobilität sind unter anderem die Befreiung von der Kfz-Steuer für zehn Jahre, wenn die Fahrzeuge weniger als 50 g/km CO₂ ausstoßen.

Standardisierung von Ladeinfrastruktur

Außerdem unterstützt der Bund den Ausbau von Ladeinfrastruktur mit 300 Millionen Euro. Ziel ist es, 15.000 (öffentliche) Ladesäulen flächendeckend in Deutschland aufzubauen (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017). Des Weiteren setzt sich die Bundesregierung für einheitliche Standards beim Laden und Bezahlen an den Ladestationen ein. Die Ladesäulenverordnung regelt beispielsweise den Ausbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe. Hier werden unter anderem Steckstandards für öffentliche Ladestationen festgelegt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018). Auch die Bezahlung und Authentifizierung an den Ladestationen soll vereinheitlicht werden und diskriminierungsfrei sein (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018). Ein weiterer Ansatz zur Standardisierung im Themenfeld Elektromobilität bietet die DIN SPEC 91364, ein Leitfaden für die Entwicklung neuer Dienstleistungen zur Elektromobilität.

Verfügbarkeit elektrisch angetriebener Nutzfahrzeuge

Elektrisch angetriebene Pkw sind bereits in Serie am Markt verfügbar. Aber auch schienen- und oberleitungsgebundene Fahrzeuge, die mit Strom betrieben werden, sind Formen der Elektromobilität. So fährt beispielsweise die Eisenbahn in Deutschland überwiegend elektrisch und Straßenbahnen sowie Oberleitungsbusse werden ebenfalls elektrisch angetrieben (Elektromobilität NRW 2018). Auch E-Busse sind am Markt verfügbar und kommen derzeit in 45 deutschen Städten zum Einsatz (Forst 2018).

Gesamtheitliche Betrachtung der Elektromobilität

Eine Herausforderung, die insgesamt mit der Elektrifizierung der Mobilität einhergeht, ist die gesamtheitliche (weltweite) Betrachtung der Emissionen und Folgen im Zuge der Batterieherstellung und Entsorgung bzw. Recycling. Zwar sind die Rohstoffe Lithium, Kobalt, Nickel, Graphit und Platin für ein schnelles weltweites Wachstum der Elektromobilität grundsätzlich in ausreichender Menge vorhanden (Öko-Institut e.V. 2017). Dennoch sind temporäre und regionale Verknappungen und Preissteigerungen für einzelne Rohstoffe (v.a. Lithium und Kobalt) wahrscheinlich. Außerdem ist der Abbau dieser Rohstoffe sowohl mit ökologischen als auch mit sozialen Problemen verbunden, wie z.B. dem hohen Energiebedarf, dem Entstehen saurer Grubenwässer, den Wasserkonflikten sowie den Arbeitsbedingungen in den Minen. Diese Herausforderungen und Konflikte müssen in einer Diskussion um die Eignung der Elektromobilität immer mitbetrachtet werden.

Elektrifizierung des Güterverkehrs

Die Diskussion über die Elektrifizierung des urbanen Straßenverkehrs stellt derzeit vor allem den motorisierten Individualverkehr in den Fokus. Im Bereich der Güterkraftfahrzeuge (Abb. 04) schreitet die Elektrifizierung hingegen eher langsam voran (Raiber et al. 2016b). Im Jahr 2016 wies der Anteil von Dieselantrieben im Lkw-Bestand insgesamt (inkl. der leichten Nutzfahrzeuge) noch 95 % auf, gefolgt von Fahrzeugen mit Ottomotor (Adolf et al. 2016). Allerdings sind gerade Lieferfahrzeuge aufgrund von häufigen Brems- und Anfahrvorgängen und den vergleichsweise hohen Emissionen des Wirtschaftsver-

kehrs besonders im urbanen Raum für eine Elektrifizierung von Interesse. Aus kommunaler Perspektive macht vor allem das Potenzial zur lokalen Schadstoff- und Lärmminde- rung das elektrisch angetriebene Fahrzeug interessant (Raiber et al. 2016b).

Fahrzeugklasse/ Einsatzbereich	Zulässiges Gesamt- gewicht	Beispielfahrzeuge konventioneller Antrieb	Beispielfahrzeuge alternativer Antrieb
Leichte Nutzfahrzeuge (N1): oftmals Dienstleistungs- und Lieferfahrzeuge	unter 3,5 t	Mercedes Benz Vito; Volkswagen Crafter	Mercedes Benz Vito E-Cell; Volkswagen E-Crafter; StreetScooter L
Leichte Lkw (N1): z.B. Auslieferung im Nahverkehr	3,5 bis 7,5 t	Renault Master; Iveco 72C17	Renault Maxity Elektro, Iveco Daily Electric 50C; StreetScooter Work XL
Schwerere Lkw (N2): z.B. Auslieferung im Regionalver- kehr und Transport von Volumen- gütern	7,5 bis 12 t	Iveco 120E35 Koffer; MAN TGL	Smith Vehicles Newton, Hytruck C12E, Balqon Mule M100
Schwere Lkw (N3): Solo-Lkw im Fernverkehr oder Motorwagen eines Gliederzuges im Güterfernverkehr	über 12 t	Mercedes Benz Econic	Hytruck C16E, Iveco Stralis (Umrüstung)
Sattelzugmaschinen (N3): Güterfernverkehr	bis 40/44 t	MAN TGX; Mercedes Benz Actros	Terberg Benschop YT202- EV, Balqon MX30, Trans- power Class 8

Abb. 04: Übersicht und Beispiele von Nutzfahrzeugen im Güterverkehr. Quelle: Eigene Darstellung nach Adolf et al. 2016; Raiber et al. 2016b.

Inzwischen werden immer mehr Projekte durchgeführt, in denen die Eignung elektrischer Nutzfahrzeuge für den Güterverkehr geprüft wird. So wurden beispielsweise von verschiedenen Nutzfahrzeugherstellern Elektro-Lkw für den mittleren und schweren Verteilerverkehr von 12 bis 26 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht im innerstädtischen- und stadtnahen Raum getestet (Bernecker et al. 2016; Priemer und Baumann 2017; Schweikl 2017). Daneben werden aber auch Pilotprojekte mit anderen alternativen Antriebsformen, insbesondere mit Brennstoffzellen-Lkw durchgeführt.

Im Segment der schweren Nutzfahrzeuge besteht zudem die Möglichkeit der Elektrifizierung von Lkw über Oberleitungen. Seit 2018 entstehen hierfür in Deutschland erste Teststrecken auf ausgewählten Autobahn- und Bundesbahnabschnitten, auf denen ab 2019 die ersten Oberleitungs-Lkw zum Einsatz kommen sollen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2017).

Pilotprojekte zur Elektrifizierung des Antriebsstrangs von schweren Lkw sind in Deutschland aber (noch) rar gesät. Grund dafür ist die Tatsache, dass ein Großteil der Fahrleistung mit schweren Nutzfahrzeugen auf der Langstrecke erbracht wird und dass hierfür mittelfristig noch keine wirtschaftlich tragfähig erscheinende rein batterieelektrische Lösung verfügbar ist. Jedoch kommen schwere Lkw in beträchtlichem Umfang im urbanen Bereich zum Einsatz und haben dort im Vergleich zu kleineren Fahrzeugen einen überproportional großen Einfluss auf die lokalen Lärm- und Schadstoffemissionen (Raiber et al. 2016b). Aus diesem Grund ist es zwingend notwendig, dass die Elektrifizierung dieser Fahrzeuge auch für geringere Reichweiten weiter vorangetrieben wird. Im Bereich der lokalen Verteiler- und Abholverkehre (Teilladungen und Stückgut) könnten bereits heute bis zu 75 % der Fahrten elektrifiziert werden. Jedoch benötigen Logistikunternehmen

Elektrifizierung schwerer Lkw

vor allem seitens der Verlagerer und der öffentlichen Hand noch Unterstützung für eine ausreichende finanzielle Planungssicherheit. Mittel- bzw. langfristig sind dann auch Elektrifizierungspotenziale für Shuttleverkehre mit Sattelzügen denkbar, sobald die entsprechenden Fahrzeuge zur Verfügung stehen (Raiber et al. 2016b).

Elektrifizierung leichter Nutzfahrzeuge

Elektrisch angetriebene leichte Nutzfahrzeuge und Lkw bis 7,5 t werden von Logistikdienstleistern, insbesondere im KEP-Bereich, bereits heute immer häufiger für die Belieferung im urbanen Raum eingesetzt und stetig weiterentwickelt (Pukarthofer 2018). Die Diskussionen um Dieselfahrverbote und das steigende Bewusstsein der Kommunen und ihrer Bevölkerung für einen ökologisch verträglichen Wirtschaftsverkehr treiben diese Entwicklung voran. Oftmals werden aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit von Serienmodellen auch noch Dieselfahrzeuge auf Elektroantrieb umgerüstet (Pukarthofer 2018). Aktuell verfügbare elektrisch angetriebene leichte Nutzfahrzeuge und leichte Lkw bewegen sich je nach Hersteller und Modell in einem Leistungsspektrum zwischen 41 und 136 PS und können eine Geschwindigkeit bis zu 130 km/h erreichen. Durchschnittlich liegt die Höchstgeschwindigkeit der bisher eingesetzten elektrisch angetriebenen leichten Nutzfahrzeuge bei rund 80 km/h. Die Batteriekapazität erstreckt sich mittlerweile auf bis zu 90 kWh, die Ladezeit beträgt je nach Kapazität durchschnittlich ca. 6 Stunden und die maximale Reichweite liegt zwischen 50 und 200 km. Die derzeit im Einsatz befindlichen E-Nutzfahrzeuge (N1) können zwischen 600 und 2.000 kg Nutzlast transportieren und haben eine Laderaumkapazität zwischen knapp 5 und 20 m³ (Zusammenfassung aus folgenden Quellen: Donath 2017; DPD 2018; Emovum 2018; Holzmann Medien 2017; Industrie- und Handelskammer zu Köln 2018; LOGISTIK HEUTE Redaktion 2017; Raiber et al. 2016a; StreetScooter 2018; Technikneuheiten.com 2016).

Eignung von Elektrofahrzeugen für die KEP-Branche

Elektrofahrzeuge eignen sich sehr gut für die KEP-Belieferung im urbanen Raum, da ca. 80% der Fahrzeit einer Route in den Geschwindigkeitsbereichen zwischen 0 und 30 km/h abläuft. Dabei lassen sich sowohl der Energieverbrauch als auch die Lärmemissionen mit E-Mobilität reduzieren (Raiber et al. 2016a). Zwar ist die maximal benötigte Reichweite – unter anderem aus Topographie- und Witterungsgründen – für KEP-Dienstleister entscheidend, jedoch wird die maximale Reichweite in Testfahrten nie ausgeschöpft. Positiv fallen auch die Wendigkeit, die geringere Fahrzeuggröße und der Energieverbrauch der untersuchten E-Fahrzeuge auf. Letzteres ist auf das sofort anliegende Drehmoment, die Rekuperation und den Null-Verbrauch im Stand zurückzuführen (Raiber et al. 2016a). Im Vergleich zu konventionell angetriebenen Fahrzeugen der 3,5 t-Klasse mit einem Ladevolumen von rund 14 m³ wird ein häufiger Nachteil von E-Fahrzeugen deutlich: Im Zuge der Umstellung müssen die Liefergebiete und Routen aufgrund der geringeren Laderaumgröße umgeplant werden (Raiber et al. 2016a). Auch die Nutzlast der E-Fahrzeuge kann einen Engpass darstellen, da Antrieb (v.a. bei Hybridfahrzeugen) und Batterien die Nutzlast verringern, was zu Wertschöpfungsnachteilen gegenüber einem konventionell angetriebenen Fahrzeug führt (Raiber et al. 2016a).

Barrieren für den Einsatz von E-Lieferfahrzeugen sehen die KEP-Dienstleister noch in den sehr hohen Anschaffungskosten für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur, der aufwändigen Installation der Ladeinfrastruktur sowie in der Wintertauglichkeit der Fahrzeuge. Des Weiteren ist eine Anforderung an E-Fahrzeuge seitens der Lieferdienstleister die Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit. Ein elektrisch betriebenes Fahrzeug ist nur dann im KEP-Bereich wirtschaftlich zu betreiben, wenn dessen Lebenszykluskosten die eines konventionellen Fahrzeuges mit vergleichbarem Volumen und Nutzlast nicht überschreiten. Selbst bei gleichen Kosten ist die relativ hohe Investitionssumme bei der Beschaffung der E-Fahrzeuge ein Hemmnis für die KEP-Dienstleister. Nur dann, wenn ein deutlicher Wertschöpfungsvorteil durch den Einsatz eines E-Fahrzeuges gewonnen wird, ist die Verbreitung von Elektroantrieben in der KEP-Branche erfolgsversprechend (Raiber et al. 2016a).

Neben „herkömmlichen“ elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen werden im urbanen Wirtschaftsverkehr, insbesondere von Speditionen und KEP-Dienstleistern, auch andere elektrisch angetriebene Gefäße zur Warendistribution getestet. So wird beispielsweise von DACHSER SE der Cargohopper I in Utrecht, El Carrito in Málaga und ein Lkw als mobiles Mikrodepot in Paris eingesetzt. Der Cargohopper ist eine Zugmaschine mit einem 28 PS Elektro-Motor, der mehrere Anhänger zieht und somit das bis zu achtfache eines leichten Nutzfahrzeuges von einem Sammelzentrum am Stadtrand zu einem Verteilzentrum im Stadtkern (max. 30 km) transportiert. Die Energie bezieht der Cargohopper von einer integrierten Photovoltaikanlage. Kleinere Modelle übernehmen dann die Feinverteilung im Stadtzentrum (Randelhoff 2018). El Carrito hingegen ist ein kleines Elektrofahrzeug mit Anhänger, das eine Höchstgeschwindigkeit von 7 km/h und einen sehr kleinen Wendekreis von 1,65 m erreicht, weshalb das Gefährt sehr gut für den Einsatz in der Fußgängerzone geeignet ist (DACHSER SE 2015). Und im Projekt Base intelligente de logistique (BIL) dient ein mit Paletten und einem kleinen E-Lieferwagen (mit einer Länge von 2,5 m) beladener Lkw als mobiles Mikrodepot. Vom Lkw aus übernimmt das Kleinfahrzeug die Feinverteilung der Paletten aus dem Lkw und kehrt immer wieder für den Beladevorgang zum Lkw zurück (DACHSER SE 2017).

Alternativen zu klassischen elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen

Im Gegensatz zu den Speditionen, die vor allem Stückgut auf genormten Paletten transportieren, kommen bei der KEP-Distribution vermehrt verschiedene Arten von (E-)Lastenrädern zum Einsatz. Generell werden drei Arten von Lastenrädern unterschieden (Klein 2018):

Arten von Lastenrädern

- 1) Bäckerfahrräder, die vor dem Lenker eine größere Ladefläche und ggf. eine zusätzliche hinter dem Sitz haben und die bis max. 75 kg Last transportieren können.
- 2) Tieflader mit tiefliegender Ladefläche vor dem Lenker, die Stabilität des Rades erhöht. Tieflader können 180 kg (bei zwei Rädern) bis 500 kg (bei drei Rädern) Last transportieren.
- 3) Backpacker, die eine tiefliegende Ladefläche hinter dem Sitz haben. Diese Räder haben entweder zwei Räder (bis zu 200kg Last), drei Räder („Trike“, bis zu 250 kg Last) oder vier Räder (bis zu 400 kg Last). Außerdem besteht die Möglichkeit, Fahrradanhänger an Pedelects oder herkömmliche Fahrräder anzubringen.

Der Markt für (E-)Lastenräder entwickelt sich dynamisch. Jedoch sind Lastenräder noch immer Nischenprodukte, weshalb die Herstellerfirmen in der Regel kleine Unternehmen sind, die nur geringe Stückzahlen produzieren können. Derzeit werden Lastenräder im Wirtschaftsverkehr bereits für Post-, Kurier- und Paketdienstleistungen, für Lieferservice, Werksverkehr und Personenwirtschaftsverkehr (z.B. Pflegedienst, Stadtreinigung) eingesetzt (Gruber und Rudolph 2016). Vorteile der Warendistribution via Lastenrädern liegen darin, dass die Fahrer keine Fahrerlaubnis benötigen, dass die Infrastruktur- und Betriebskosten günstiger sind als bei motorisierten Nutzfahrzeugen, dass weniger Platzbedarf beim Parken und Fahren besteht (Bracher 2018) und dass die Auslieferung mit Lastenrädern während der Stoßzeiten Zeitvorteile verschafft (Klein 2018). Die Einschätzung des Potenzials für den Einsatz von (E-)Lastenrädern im Wirtschaftsverkehr liegt zwischen 8 und 23 % (Gruber und Rudolph 2016; Klein 2018) bzw. bis zu 33 % (Reiter und Wrighton 2014). Die Fahrradlogistik gilt als „Hoffnungsträger“ für den städtischen Verkehr (Bracher 2018, S. 13). Probleme bestehen derzeit beim Einsatz von Lastenrädern im Wirtschaftsverkehr hauptsächlich noch bezüglich des Platz- und Strombedarfes im öffentlichen Raum (Bauer et al. 2018). Ebenso ist der straßenverkehrsrechtliche Rahmen für Lastenräder bis heute nicht eindeutig festgeschrieben und bereitet daher Herausforderungen in der Anwendung.

Zusammenfassend geht mit der Weiterentwicklung der E-Mobilität eine Veränderung der Fahrzeuge einher, die in der urbanen Logistik zur Anwendung kommen. Ehemals „einfache“ Fahrzeuge wie das Fahrrad können mithilfe elektrischer Pedalunterstützung für

Veränderungen von Fahrzeugen in der Stadtlogistik

Logistikzwecke eingesetzt werden. Auf der anderen Seite wird die Motortechnik der herkömmlichen Nutzfahrzeuge durch elektrische Antriebe substituiert. Dies ermöglicht es unterschiedlichsten Unternehmen, die vormals keine Kenntnis über die Fahrzeugentwicklung hatten, in dieser Branche Fuß zu fassen und ihre Kompetenzen auf die Automobilentwicklung zu übertragen. Fahrzeughersteller müssen deshalb immer mehr Angebote auf dem Markt platzieren, die stark auf die individuellen Bedürfnisse einzelner Kunden und Situationen angepasst sind. Flexibilität und Kundennähe sind die Stichworte der Fahrzeugentwicklung für den urbanen Wirtschaftsverkehr der Zukunft.

2.1.2 Automatisiertes Fahren

Digitalisierung der Fahrzeuge

Mit der Digitalisierung geht ein Strukturwandel auch auf dem Fahrzeugmarkt einher. Fahrzeuge entwickeln sich immer mehr zu „rollenden Computern“ (Heymann und Meister 2017, S. 2). Das automatisierte Fahren hat seinen Ursprung in der Idee, das Autofahren sicherer zu machen. Mit der Einführung unterstützender Systeme (z.B. Parkassistent, Adaptive Cruise Control) war der erste Schritt in Richtung Fahrzeugautomatisierung getan (Azmat 2015). Insgesamt werden sechs Stufen des Automatisierungsgrades bei Fahrzeugen durch den VDA (Verband der Automobilindustrie e.V.) unterschieden (Abb. 05). Erst in Stufe 5, der letzten Stufe, sind autonome (= fahrerlose) Fahrzeuge in der Lage und dazu berechtigt, sich selbst zu steuern und sich sicher in unterschiedlichsten Straßenräumen ohne Eingriff durch den Menschen zu bewegen.

Stand der Entwicklungen in Deutschland und den USA

Im Jahr 2007 wurde in Kalifornien das erste für den urbanen Raum entwickelte autonom fahrende Fahrzeug, ein Chevrolet Boss (die autonome Version des Chevrolet Tahoe) getestet (Urmson et al. 2008). Seitdem wird kontinuierlich an der Weiterentwicklung autonomer Fahrzeuge für den Einsatz in der Stadt gearbeitet und diese prototypisch eingesetzt. Beispielsweise baut Google eine autonome Fahrzeugflotte auf und auch klassische Fahrzeughersteller wie Audi, Toyota und Nissan präsentieren neue Strategien für die Automatisierung der Fahrzeuge und deren Einsatz im städtischen Umfeld in den USA (Anderson et al. 2016). Deutschland befindet sich hinsichtlich des Automatisierungsgrades derzeit zwischen Stufe 2 und 3: „Der menschliche Fahrer ist erforderlich und verpflichtet, das Fahrgeschehen zu jeder Zeit zu überwachen“ (Heymann und Meister 2017, S. 6). Dies ist auch im Gesetzesentwurf der Bundesregierung aus dem Frühjahr 2017 festgehalten, der für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge eine Änderung im Straßenverkehrsgesetz vorsieht. Dieser Entwurf beinhaltet, dass der Mensch jedoch weiterhin die Kontrolle über das Fahrzeug und damit „die letzte Verantwortung“ behalten muss (Fraedrich et al. 2017, S. 15). Der Übergang vom teilautomatisierten Fahren (Stufe 2) zum hochautomatisierten Fahren (Stufe 3) stellt sowohl aus technischer als auch aus rechtlicher Sicht eine „besondere Herausforderung“ dar (Becher et al. 2015, S. 30).

Stufe	Titel	Beschreibung
0	driver only	<ul style="list-style-type: none"> keine automatisierten Fahrfunktionen nur warnende Systeme
1	assistiert	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeug übernimmt entweder Längs- (Geschwindigkeit halten, Gas geben, Bremsen) oder Querführung (Lenken) Fahrer übernimmt die jeweils andere Aktivität dauerhaft
2	teilautomatisiert	<ul style="list-style-type: none"> Fahrer kann sowohl Längs- als auch Querführung an das System in einem bestimmten Anwendungsfall übergeben Fahrer überwacht Fahrzeug und Verkehr dauerhaft und ist jederzeit in der Lage, einzugreifen
3	hochautomatisiert	<ul style="list-style-type: none"> System erkennt selbstständig Systemgrenzen (= Punkt, an dem Umgebungsbedingungen nicht mehr dem Funktionsumfang des Systems entsprechen) → Aufforderung an den Fahrer zur Übernahme Fahrer muss Längs- und Querführung nicht mehr dauerhaft überwachen, muss aber einsatzbereit bleiben
4	vollautomatisiert	<ul style="list-style-type: none"> in spezifischen Anwendungsfällen kann der Fahrer die komplette Fahraufgabe an System übergeben, ohne stets einsatzbereit zu sein Anwendungsfälle beziehen sich auf Straßentyp, Geschwindigkeitsbereich und Umfeldbedingungen
5	fahrerlos	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeug kann vollumfänglich auf allen Straßentypen, in allen Geschwindigkeitsbereichen und unter allen Umfeldbedingungen die Fahraufgabe vollständig alleine durchführen

Stufen der Fahrzeug-automatisierung

Abb. 05: Stufen der Fahrzeugautomatisierung. Quelle: Eigene Darstellung nach VDA Verband der Automobilindustrie e.V., 14f.

Unterstützende Automatisierungssysteme in Fahrzeugen werden ungefähr seit dem Jahr 2013 großflächig vermarktet. Mittlerweile sind Fahrerassistenzsysteme integraler Bestandteil der Standardausstattung vieler Fahrzeuge (Eckstein et al. 2018). In Bezug auf den Zeitpunkt Marktdurchdringung fahrerloser Fahrzeuge (Stufe 5) gehen die Expertenmeinungen weit auseinander und spannen eine Zeitspanne von 2020 (Bartl 2015) über 2025 (Eckstein et al. 2018) bis zu 2040 (Heymann und Meister 2017) auf. Fraglich ist dabei, an welchen Standorten bzw. in welchen Räumen, mit welchen rechtlichen Bestimmungen und mit welcher Infrastrukturausstattung dies einhergehen wird (Barker et al. 2014).

Auch im Wirtschaftsverkehr sind Assistenzsysteme für den Fahrer, wie beispielsweise Abstandsregeltempomaten oder Spurhaltefunktionen keine Neuheit mehr (Eckstein et al. 2018). Aufgrund ihrer hohen Fahrleistung sind Nutzfahrzeuge prädestiniert für automatisiertes Fahren (VDA Verband der Automobilindustrie e.V.). Insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen, die oftmals auf der Langstrecke eingesetzt werden, können automatisierte Systeme die Fahrer bei ihrer täglichen Arbeit unterstützen und damit ein hohes Kosteneinsparungspotenzial mit sich bringen. Würde z.B. das hochautomatisierte Fahren auf Autobahnen ermöglicht, könnten sich die Fahrer auf Autobahnen von der Fahraufgabe abwenden, müssten jedoch „für den Fall verfügbar sein, dass beispielsweise die Abfahrt von der Autobahn erforderlich ist“ (Eckstein et al. 2018, S. 9). Auf diese Weise könnten solche Unfälle vermieden werden, in denen menschliches Versagen (z.B. Einschlafen am Steuer) die Ursache ist.

Automatisierte Systeme im Wirtschaftsverkehr

Auch das Platooning, die elektronische Kopplung von mehreren automatisierten Nutzfahrzeugen, wird bereits intensiv erforscht und auf der Straße getestet. Mit einer derartigen Technologie könnte sowohl der erforderliche Verkehrsraum pro Fahrzeug als auch der Kraftstoffverbrauch reduziert werden und der Fahrer könnte während der automatisierten Fahrt andere Aufgaben wahrnehmen (Eckstein et al. 2018). Zudem könnte ggf. – eine entsprechende gesetzliche Neuregelung vorausgesetzt – die derzeit für Lkw-Fahrer geltenden Lenkzeit verlängert werden, was wiederum die Tourenplanung begünstigen würde (Fraedrich et al. 2017).

Automatisierte Systeme im urbanen Raum

Anders als auf der Autobahn sieht der Einsatz bzw. der Entwicklungsstand automatisierter Systeme im städtischen Raum auf der letzten Meile aus. Die Komplexität des urbanen Straßenverkehrs wird mitunter durch die Interaktion unterschiedlichster Verkehrsteilnehmer, deren individuellen Bewegungsprofilen, den Quer- und Gegenverkehr sowie die hohe Verdichtung erhöht (Heymann und Meister 2017). Je größer die Stadt und je dichter der Verkehr, desto komplexer werden die Umfeldbedingungen, die beim automatisierten Fahren beachtet werden müssen (Gueirard et al. 2016). Herausforderungen für das automatisierte und autonome Fahren sind dabei auf vier Ebenen festzustellen: der gesellschaftlichen, der rechtlichen, der ökonomischen und der technischen Ebene. Neben der technischen Weiterentwicklung und Optimierung automatisierter Systeme spielen für einen flächendeckenden Einsatz im urbanen Raum insbesondere die rechtlichen Rahmenbedingungen bzw. deren Anpassungen, die gesellschaftliche Akzeptanz sowie die bestehenden bzw. künftigen Geschäftsmodelle der (Liefer-)Unternehmen eine zentrale Rolle (Eckstein et al. 2018).

Positive Effekte des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge im urbanen Wirtschaftsverkehr werden beispielsweise durch eine Reduzierung des Parkens in zweiter Reihe bei Be- und Entladevorgängen erwartet (Fraedrich et al. 2017). In diesem Zusammenhang planen Paketdienstleister, autonom fahrende Zustellfahrzeuge zu testen, die den Zustellern folgen. Die Zusteller müssten dadurch „nicht vor jedem Hauseingang aus- und wieder einsteigen und wenige Meter fahren [...]“ (Spiegel ONLINE 2017). Das Fahrzeug könnte in einem zweiten Schritt einer mobilen Packstation ähneln, bei der die Empfänger selbstständig auch ihre Pakete abholen könnten, wenn das Fahrzeug in der Nähe ist (Spiegel ONLINE 2017).

Autonome Systeme auf, unter und über der Erdoberfläche

Neben „klassischen“ automatisierten Fahrzeugen werden auch bereits „futuristische“ Anwendungen wie Roboter, Drohnen oder unterirdische Tunnelsysteme testweise zur Unterstützung von Logistikdienstleistern eingesetzt (Becher et al. 2015, S. 48). In der Werkslogistik kommen z.B. Roboter zum Einsatz, die bis zu 500 kg schwere Rollcontainer autonom transportieren können. Außerdem unterstützen digitale Assistenzsysteme Arbeitnehmer in Form von Tablets, Smartwatches oder Datenbrillen durch die Verfügbarkeit und das Erfassen von Echtzeitdaten (Bernecker et al. 2016). Bisher rechnen sich diese Lösungen aber nicht für einen flächendeckenden Einsatz und sind auch im öffentlichen Raum aufgrund rechtlicher Restriktionen nicht ohne Weiteres realisierbar (Gueirard et al. 2016). Sie bieten jedoch gewisse Vorteile für die zustellenden Unternehmen, die die Weitererprobung und -entwicklung solcher Formate vorantreiben.

Auswirkungen auf den städtischen Verkehr

Der Einfluss autonomer Fahrzeuge auf die Entwicklung des städtischen Verkehrs in Städten wird vielfältig diskutiert. Dabei sind von einer Verkehrsreduktion und Optimierung des Verkehrsflusses bis hin zu einer Erhöhung des Verkehrsaufkommens und steigenden Regulierungskomplexität alle Meinungen vertreten (Metz 2018). Die Diskussion enthält bislang jedoch vor allem spekulative Ansichten, da die Auswirkungen vollautomatisierter und fahrerloser Systeme im urbanen Raum derzeit noch kaum vorhergesagt werden können. Auch welche Bereiche neben der Verkehrssituation in den Städten durch vollautomatisierte Fahrzeuge beeinflusst werden (z.B. Arbeitsmarkt, Zusammenleben, Kriminalität), kann bisher nur vermutet werden. Für konkretere Aussagen müssten die Systeme zunächst technisch und organisatorisch erfolgreich im Testbetrieb laufen.

In der nächsten Dekade wird das automatisierte Fahren als einer der Megatrends für Fahrzeugentwicklung, Infrastrukturausbau und Nutzerverhalten eingestuft. Vor diesem Hintergrund wird zukünftig die Technologieführerschaft ein „wesentliches Standbein der Wettbewerbsfähigkeit“ der Automobilindustrie, der Zulieferer- und Automatisierungsindustrie sowie der Flottenbetreiber sein (Eckstein et al. 2018, S. 18). Die für ein digitalisiertes Fahrzeug erforderlichen Technologien werden zwar das Umsatzwachstum der Automobilindustrie begünstigen, jedoch werden auch neue Akteure auf den Markt treten, die bisher nur am Rande oder gar nicht in der Fahrzeugentwicklung aktiv waren. Der Sektor Fahrzeugentwicklung wird sich zukünftig „deutlich heterogener und komplexer“ gestalten (Heymann und Meister 2017, S. 1).

2.2 Prozessveränderung durch Regulierung, Flächenmanagement und Bündelung

In der KEP-Zustellung in großstädtischen Zentren konzentriert sich knapp ein Drittel des Paketaufkommens je Unternehmen auf nicht mehr als 20 Straßen im Stadtgebiet (Raiber et al. 2016a). Mehrere Unternehmen beliefern dieselben Kunden, parken in zweiter Reihe und behindern so den Verkehrsfluss in den dicht besiedelten Innenstadtquartieren. Durch den zunehmenden Verkehrsdruck und die hohen Schadstoff- und Lärmemissionen in deutschen Städten werden nicht nur fahrzeugbezogene Entwicklungen vorangetrieben, sondern auch Neuerungen bezüglich der Prozesse im urbanen Wirtschaftsverkehr gefördert. Hier sind Sharing-Lösungen und Bündelungsprozesse sowie Verkehrssteuerungs- und Regulierungsmaßnahmen zu nennen (Bienzeisler et al. 2018). Die Möglichkeiten der zukünftigen Entwicklung von Zustellprozessen in deutschen Innenstädten hängen maßgeblich von zwei Faktoren ab: Der Flächenverfügbarkeit und dem aus der Verkehrssituation resultierenden Handlungsdruck in der jeweiligen Stadt. Für die Etablierung stadtverträglicher Logistikprozesse gibt es keine „einheitliche Blaupause“, sie müssen in den jeweiligen Städten im Detail entwickelt werden (Pukarthofer 2018, S. 66). Aus diesem Grund spielt als dritter wesentlicher Einflussfaktor in Bezug auf die Zukunft des urbanen Wirtschaftsverkehrs auch der kommunalpolitische Wille eine zentrale Rolle.

2.2.1 Verkehrssteuerung und Regulierungsmaßnahmen

In Zeiten steigenden Verkehrsaufkommens und steigender Emissionen wird in Deutschland die Diskussion um (Ein-)Fahrverbote im Stadtzentrum immer lauter bzw. in manchen Städten wie Hamburg bereits streckenweise umgesetzt. Andere Städte werden voraussichtlich nachziehen. Solche steuernden „harten“ Maßnahmen sind unter dem Begriff der Regulierung zu fassen. Sie werden politisch festgelegt und greifen direkt in den Verkehr ein (Bienzeisler et al. 2018). In europäischen Großstädten bereits gängige Regulierungsmaßnahmen erstrecken sich beispielsweise von der Festlegung von Lieferzeitfenstern und der damit zusammenhängenden Einfahrtserlaubnis in die Innenstädte, über die Bepreisung der Zufahrt zur Innenstadt (z.B. London City-Maut), bis hin zu kompletten Fahrverboten für bestimmte Fahrzeuge (z.B. Paris Low Emission Zone, Autofreie Innenstadt Gent). Diese Regulierungen führen jedoch zu einem hohen Leistungs- und Kostendruck der Lieferdienstleister, die möglichst alle Kunden in den jeweiligen zeitlich oder räumlich eingeschränkten Bereichen erreichen müssen (Holthaus et al. 2018). Auch Einzelhandel und Anwohner stehen den Regulierungen teils kritisch gegenüber. Manche Kommunen versuchen deshalb über parallel geschaltete Anreizmaßnahmen die Situation für die Logistikwirtschaft zu verbessern und sie zum Einsatz nachhaltiger Mobilitätslösungen zu bewegen.

Gefördert werden beispielsweise der Aufbau von Ladesäulen für Strom, Gastankstellen, die Ausweitung von Abstell- und Ladezonen für emissionsarme Fahrzeuge, die Möglichkeit einer Vorab-Buchung von Zeitfenstern für Lieferungen im Stadtgebiet oder das Angebot kostenlosen Parkens mit alternativ angetriebenen Fahrzeugen. Die Kosten für die

Kommunen sind bei derartigen Anreizmaßnahmen zwar sehr hoch (z.B. Ladeinfrastruktur, Beschilderung, Verkehrsüberwachung, kostenlose Parkplätze), jedoch können die Maßnahmen in Kombination mit der strikten Verkehrsregulierung zu einer Reduktion negativer Umwelteinflüsse, einer Reduzierung des Verkehrsaufkommens sowie der Erhöhung der innerstädtischen Lebens- und Aufenthaltsqualität führen.

Verkehrssteuerung

Maßnahmen der Verkehrssteuerung hingegen sind eher „weichen“ Charakters: mit ihnen versuchen die Städte, den Verkehr zu optimieren und nicht zu verbieten. Dies gelingt beispielsweise über eine flexible Busspurenfreigabe (Beispiel Oslo zur Förderung der E-Mobilität) oder angepasster Ampelschaltungen zur Verflüssigung des Verkehrs (Beispielprojekt MIMOSA in Stockholm), über die Nutzung bereits bestehender Infrastruktur für Logistikzwecke (z.B. Monoprix Rail Project in Paris, CarGo Tram in Dresden) oder durch Einbezug von Echtzeitdaten, die z.B. über Sensorik erfasst werden (Beispielprojekt: Smart Urban Services in Reutlingen). Die Maßnahmen der Verkehrssteuerung greifen ebenso wie die Regulierungsmaßnahmen direkt in den fließenden oder ruhenden Verkehr ein, sind aber nicht direkt mit Verboten oder Sanktionen verbunden (Bienzeisler et al. 2018). Sie bringen die Chancen mit sich, das Verkehrsaufkommen sowie die innerstädtischen Emissionen zu reduzieren und Zustellprozesse zu flexibilisieren. Gerade die Entwicklung der IuK-Technologie im Bereich urbaner Mobilität (z.B. Car2X-Kommunikation) birgt großes Potential für eine automatisierte datenbasierte Verkehrssteuerung. Solche verkehrsplanerischen Ansätze gehen in den Kommunen jedoch mit hohem personellen und finanziellen Aufwand einher, der mit der Implementierung der Systeme, dem Datenschutz und der Begleitung der Maßnahmen verknüpft ist.

Für beide Maßnahmenbündel, die Regulierung und Verkehrssteuerung, sind ein entsprechender Handlungsdruck aus einer konkreten Situation heraus sowie ein großer politischer Wille vonnöten, derartige Maßnahmen einzuführen und zu betreiben.

2.2.1.1 Flächenmanagement und Hub-Strukturen

Relevanz von Flächenverfügbarkeit

Eine zentrale Stellschraube für die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs ist die Verfügbarkeit von Flächen in der Stadt. Stadtlogistik ist immer an Flächen (bzw. Gebäude) gebunden, die sowohl für den Warentransport, als auch für die Lagerung insbesondere für die letzte Meile benötigt werden. Dabei erstreckt sich das Spektrum benötigter Flächen im urbanen Raum von speziellen Nutzungen (z.B. Baustellenlager) über kundenspezifische Logistikflächen (z.B. Einkaufszentrum), Umschlags- und Lagerflächen für bestimmte Stadtteile bis hin zu multimodalen Logistikplattformen und mehrstöckigen Logistikgebäuden (Gueirard et al. 2016).

Flächenmanagement

Unter dem Begriff des Flächenmanagements werden solche Maßnahmen zusammengefasst, die alternative Konzepte zur Flächennutzung beinhalten und dadurch auf die Herausforderungen der urbanen Flächenverknappung und die daraus resultierenden Flächennutzungskonkurrenzen reagieren (Bienzeisler et al. 2018). So wird es möglich, die maximale Auslastung von Flächen zu erreichen. Dies erfolgt beispielsweise über räumliche oder zeitliche „Shared Space“ Lösungen, in denen vorhandene, nicht ausgelastete innerstädtische Flächen (z.B. in Parkhäusern) alternativen Nutzungen zur Verfügung gestellt werden (Beispielprojekt Park up! in Stuttgart) oder über die Integration von alternativen Flächenkonzepten bei Neubaugebietsplanungen (z.B. CIVITAS Eccentric in München).

Hub-Strukturen und Mikrodepots

Als eine Maßnahme des Flächenmanagements in der urbanen Logistik gelten Hub-Strukturen. Der Begriff umfasst zunächst eine Vielfalt an Konzepten für die Zwischenlagerung von Gütern bzw. Sendungen vor deren Feinverteilung. Der heute oft verwendete Begriff Mikro-Hub (bzw. Mikrodepot, Mikrokonsolidierungszentrum) dient der Bezeichnung von empfangernahen Umschlagspunkten in Innenstädten von größeren auf kleinere, meist

emissionsarme Fahrzeuge. Die Depots sind beispielsweise Container, Wechselbrücken oder kleine Lager (Arndt 2018, S. 7). Sie werden einmal täglich mit einem größeren Fahrzeug beliefert. Die weitere Zustellung auf der letzten Meile erfolgt meist mit alternativen Zustellfahrzeugen (z.B. Lastenrädern) bzw. innovativen Zustellhilfen. Die Zusteller laden am Mikrodepot Pakete nach und können so mehrere Zustelltouren durchführen.

Solche Konzepte werden in deutschen Großstädten wie München (City2Share), Hamburg (City2Share), Stuttgart (LogSPACE) und Berlin (KoMoDo) bereits mit KEP-Dienstleistern pilotiert. Die Ergebnisse aus den laufenden Pilotprojekten zeigen, dass das System Mikrodepot ein großes Potenzial für die Zustellung kleinerer Pakete darstellt, die auf alternativen Zustellfahrzeugen gut zu transportieren sind. Eine volumetrische Sortierung der Pakete im Vorfeld würde aber noch mehr Potenziale zur Verkehrsreduktion bieten. Stückgut, das meist auf Paletten versandt wird, wird in Europa bisher nur selten in solchen Mikrodepots umgeschlagen (z.B. Erprobung in Gent, Belgien).

Generell werden die Projekte von Zustellern, Anwohnern und Empfängern positiv bewertet und auch für die jeweilige Stadt bietet die planbare Nutzung der Hub-Flächen die Vorteile, dass diese flexibel genutzt und fallweise auch wieder freigegeben werden können. Außerdem sind die Kosten für die Städte überschaubar, die „lediglich“ geeignete Flächen bereitstellen. Durch eine Anmietung von geeigneten (privaten) Flächen bzw. Gebäuden durch die Logistikdienstleister würde für die Kommunen auch dieser Aufwand entfallen. Das größte Problem stellt das Auffinden geeigneter Standorte für die Depots dar. Nicht nur die Verfügbarkeit der Flächen an sich, sondern ebenso deren Ausstattung (Wetterschutz, Ladeinfrastruktur, Diebstahlschutz etc.), der gestalterische Anspruch an den öffentlichen Raum und die bestehenden Flächenkonkurrenzen bringen Herausforderungen in der Erprobung derartiger Lieferkonzepte mit sich.

In der theoretischen und praktischen Diskussion wird im Zusammenhang mit Mikrodepots oftmals von „White Label“ Lösungen gesprochen: Darunter wird eine „konsolidierte Belieferung durch einen designierten Dienstleister“ (Pukarthofer 2018, S. 66) verstanden, die eine horizontale Kooperation der Logistikdienstleister verlangt. Ziel ist es, alle Sendungen für ein Gebiet zu sammeln und gebündelt auszuliefern. Dies könnte den Vorteil mit sich bringen, dass nicht mehrere Dienstleister dieselben Endkunden beliefern müssen und somit das Lieferverkehrsaufkommen in den einzelnen Straßenzügen reduziert werden würde. In Gent (Belgien) sind bereits solche White Label-Lieferzonen definiert. Dort dürfen nur noch zwei ausgewählte Lieferdienste zu bestimmten Zeiten einfahren (Langelage 2017). In Deutschland sind solche „White Label“-Lösungen (noch) nicht kommunal steuerbar. Das erste Projekt, das in diese Richtung geht, ist KOMODO in Berlin. Dort teilen sich verschiedene KEP-Dienstleister dieselbe Fläche als Standort der unternehmens-eigenen Mikrodepots. Dies stellt eine Neuerung dar, da früher derartige Kooperationen zwischen konkurrierenden KEP-Dienstleistern auf der letzten Meile undenkbar waren (Ehren 2018).

Der Gedanke des Sharing kann zukünftig noch weitergedacht werden. Nicht nur Flächen könnten gemeinsam genutzt werden, sondern beispielsweise auch Infrastrukturen, Fahrzeuge und Fahrzeugflotten, Paketstationen oder Zustellhilfen. Dies würde Prozessveränderungen und damit neue Geschäftsmodelle für die Logistikdienstleister, aber auch für die Hersteller und Betreiber mit sich bringen.

Erfahrungen aus Pilotprojekten

White Label Lösung

2.3 Veränderung der Kundenschnittstelle durch Digitalisierung der Informations- und Kommunikationstechnik

Zu einer weiteren Veränderung im städtischen Lieferverkehr führen innovative Systeme für die Warendistribution, in denen neue Technologien an der Schnittstelle zwischen Endkunde und Zusteller eingesetzt werden. Diese Systeme beruhen auf dem Austausch von (Echtzeit-)Daten und stellen oftmals Plattform-Lösungen dar. Zielsetzung ist es, die Flexibilität in der Zustellung und -abholung zu erhöhen und den Prozess besser an die individuellen Bedürfnisse der Kunden anzupassen. In diesem Zusammenhang sind verschiedenste Dienstleistungen und Produkte zu nennen, wie beispielsweise

- die tagesgleiche (z.B. Tiramizoo) oder stundengleiche Belieferung (z.B. Amazon Prime now),
- die Vorgabe exakter Lieferzeitfenster (z.B. DPD Predict),
- die Zustellung von Sendungen in Privat-Pkw (z.B. DHL in Car Delivery), in die Wohnung (z.B. Amazon In-Home Delivery) oder in öffentlich zugängliche oder private Paketstationen (z.B. ParcelLock, BentoBox, Pakadoo),
- Mitbring-Services (z.B. Grabr, piggybee) oder Mitfahrgelegenheiten für Güter (z.B. MyRobin, Sharedload, Pamyra),
- lokale bzw. regionale Handels-, Liefer- und Abholplattformen (z.B. Online City Wuppertal, QoolCollect),
- 3D-Druck Verfahren,
- Tracking-Verfahren, wie Pick by Light, Pick by Voice, Pick by Vision, die derzeit vor allem in der Lagerlogistik zum Einsatz kommen, aber durchaus Potential für die Zustellarbeit in der Citylogistik aufweisen.

Als zentrale Herausforderungen sind bei solchen innovativen Systemen die Faktoren Kundenakzeptanz, Zeit- und Kostenaufwand, technische Risiken sowie Integrität der Systeme zu nennen. Grundvoraussetzung für derartige Lösungen ist die Verfügbarkeit von (Echtzeit-)Daten, die zur nötigen Transparenz im Lieferprozess führen. Big Data ist somit vor diesem Hintergrund als ein wesentlicher zukünftiger Wettbewerbsfaktor in der Logistik zu nennen. Unter dieser Annahme wandelt sich das Supply Chain Management von der Produktionsorientierung zur Verbraucherorientierung (Gueirard et al. 2016).

Setzen sich solche Systeme durch, können sich lokal die Lieferstrukturen – und damit auch die Wertschöpfungsnetze – verändern, da neue Akteure in den Markt treten bzw. technische Lösungen die bisherigen Zustellkonzepte ergänzen. Eine Umstrukturierung der bestehenden Wertketten könnte eine Folge sein, sollten sich innovative (Distributions-)Systeme am Markt etablieren (Bienzeisler et al. 2018).

2.4 Treiber des urbanen Wirtschaftsverkehrs

Wie aus den vorangegangenen Kapiteln hervorgegangen ist, unterliegt der Wirtschaftsverkehr vielfältigen Veränderungsprozessen und Einflussfaktoren. Egal ob technische, gesellschaftliche oder politische Treiber diese Veränderungen implizieren, die Fahrzeughersteller, die Logistikwirtschaft sowie die Städte und Kommunen stehen stark unter Handlungsdruck. Da die Komplexität des Themas immer weniger zu greifen ist und immer mehr Akteure in die Diskussion rund um den Wirtschaftsverkehr in der Stadt einsteigen, ergeben sich erhebliche Herausforderungen für alle beteiligten Akteure. Diese reichen von hohen Forschungs- und Entwicklungskosten über aufwendige Bürgerbeteiligungsprozesse bis hin zur Flächenkonkurrenz, mit der sich die Umsetzung von neuen Logistikprozessen in der Innenstadt konfrontiert sieht.

Daher wird im nächsten Kapitel die Komplexität der Aktionsfelder und Schlüsselfaktoren für den Wirtschaftsverkehr dargestellt und erläutert. Dies bildet sowohl eine wichtige Grundlage für die Erläuterungen des Status-Quo des Wirtschaftsverkehrs der Beispielstädte als auch die Grundlage für die dann folgende Entwicklung von Szenarien.

2.4.1 Aktionsfelder

Bei Städten handelt es sich um ein komplexes Gestaltungsumfeld. Jede Entwicklung ist verschiedenen Einflüssen unterworfen, auf die die Städte Antworten finden müssen. Verschiedene – thematisch ähnliche – Einflüsse lassen sich dabei unterschiedlichen Aktionsfeldern zuordnen, in die sich die Gestaltung und Entwicklung der Stadt einordnen lässt. Auf Basis umfassender Desktop-Recherchen (z.B. Adam 2017; Bienzeisler et al. 2016a; Landeshauptstadt München 2018a; Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2015) und dem darauffolgenden zweistufigen Workshop-Prozess im Projekt ist mit Abbildung 06 eine Gesamtübersicht entstanden, welche die zentralen Aktionsfelder für die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs und die dort gesammelten Einflüsse auf elektromobiles und automatisiertes Fahren im urbanen Raum enthält. Die Aktionsfelder zeigen, dass verschiedenste gesellschaftliche, technische, ökonomische, ökologische und politische Faktoren Einfluss auf die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs in Deutschland nehmen. Diese Aktionsfelder bilden die Grundlage für die Diskussion der aktuellen Situation des Wirtschaftsverkehrs in den drei Beispielstädten in der ersten Workshop-Runde.

Aktionsfeld	Bedeutung
Bevölkerung	
Bürgerbeteiligung	Intensive Bürgerbeteiligung bei der Stadtentwicklung führt zu einer sozialverträglichen Stadtgestaltung mit hoher Akzeptanz, die auch logistische Belange berücksichtigt.
Demographische Entwicklung	Elektromobilität und autonomes Fahren müssen so ausgestaltet sein, dass gerade auch eine sich verändernde Gesellschaft von diesen Technologien profitieren kann.
Testfelder	Um die Akzeptanz für Logistikinnovationen in der Bevölkerung zu erhöhen, müssen sichtbare Testfelder geschaffen werden.
Zugänglichkeit der Technologie	Elektromobilität und Automatisierung müssen „alltagstauglich“ sein.
Technologie	
Ladeinfrastruktur	Je dichter das Ladesäulennetz und je stärker das Lademanagement standardisiert wird, desto interessanter ist die Technologie für Logistikdienstleister.
Straßeninfrastruktur	Bei Erneuerung der Straßeninfrastruktur sollten neue Infrastrukturen für ein autonomes und vernetztes Fahren gleich mitgedacht und so Kosten gespart werden.
Effizienzsteigerung	Durch den Einsatz autonomer und elektrifizierter Nutzfahrzeuge kann eine Effizienzsteigerung in der urbanen Logistik erreicht werden und so u.a. der Flächen- und Ressourcenknappheit in den Städten entgegengewirkt werden.
Klimaschutz	E-Mobilität kann nur dann den größtmöglichen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn elektrifizierte Fahrzeuge mit regenerativ erzeugtem Strom versorgt werden.
Wirtschaft	
Urbane Logistik	Die Stadt wird immer auf eine funktionierende urbane Logistik, d.h. eine Versorgung mit Gütern unterschiedlicher Größe und in unterschiedlicher Menge, angewiesen sein.
Attraktive Innenstadt	Für den Einzelhandel und die Lebensqualität ist eine attraktive Gestaltung der Innenstädte von elementarer Bedeutung.
Kooperative und innovative Stadt	Um ein Alleinstellungsmerkmal zu erreichen, müssen Städte zeitnah kooperativ und innovativ handeln.
Umwelt	
Lärmreduktion und besseres Stadtklima	Elektrifizierung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen kann zur Lärmreduktion des Wirtschaftsverkehrs und zu einem besseren Stadtklima beitragen.
Suffizienzstrategie	Um eine Reduktion aller Umweltauswirkungen des Wirtschaftsverkehrs zu erreichen, sind Elektrifizierung und Automatisierung in eine Suffizienzstrategie (Reduzierung von Verkehrsbewegungen) einzubetten.
Well-to-Wheel	Damit die Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen den gewünschten ökologischen Umwelteffekt erzielen kann, sind eine „Well-to-Wheel“-Betrachtung sowie entsprechende Maßnahmen entlang der Vorkette unerlässlich.
Urbane Logistik als Gesamtprozess	Urbane Logistik muss als Gesamtprozess – über den reinen Transportvorgang hinaus – betrachtet und weiterentwickelt werden.
Politik	
Ruhender Verkehr	Mehr Platz für die Anlieferung kann durch die Verringerung des ruhenden Verkehrs (Parkraummanagement) erreicht werden.
Kooperation	Die gemeinsame Entwicklung von Lösungen durch Politik und Wirtschaft bedeutet Vorsprung statt Rückstand.
Handlungsdruck	Die Politik steht unter einem erheblichen Handlungsdruck in Bezug auf die Situation in den Städten (Reduzierung von Umweltbelastungen).

Abb. 06: Aktionsfelder der Verkehrsentwicklung; Quelle: Eigene Darstellung.

2.4.2 Schlüsselfaktoren

Da die definierten Aktionsfelder breit gefasst sind, eignen sich diese in der Form nicht als Schlüsselfaktoren für die explorative Entwicklung von Szenarien. Aus diesem Grund wurden die Aktionsfelder durch die Autoren auf zukünftig relevante Entwicklungen hin konkretisiert. Daraus sind die Schlüsselfaktoren hervorgegangen, die als Diskussionsgrundlage der Szenarientwicklung in der ersten Workshop-Runde dienen (Abb. 07).

Faktor	Definition
Gesellschaftliche Schlüsselfaktoren	
Urbanisierung	Stetiges Wachstum des Anteils der in Städten lebenden Bevölkerung
Sharing Economy	Gemeinsame Nutzung derselben Infrastruktur bzw. Angebote durch unterschiedliche Personen bzw. Unternehmen
Convenience Shopping	Steigende Relevanz der Bequemlichkeit beim alltäglichen Einkaufen
Technikakzeptanz	Akzeptanz von technischen Innovationen und Informationssystemen in der Bevölkerung
Technische Schlüsselfaktoren	
Elektromobilität	Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen im urbanen Wirtschaftsverkehr
Autonome Systeme	Autonome Systeme ermöglichen es, dass sich Fahrzeuge ohne den Einfluss menschlicher Fahrer steuern können
Alternative Kraftstoffe	Zu den alternativen Kraftstoffen zählen LPC (Low Pressure Compressor), CNG (Compressed Natural Gas), Biokraftstoffe und Wasserstofftechnologie
Big Data	Verfügbarkeit und Vernetzung von Daten unterschiedlicher Akteure in Echtzeit
Internet of Things	Integration der Digitalisierung in das Alltagsleben: virtuelle Vernetzung intelligenter Geräte (z.B. Fahrzeuge, Ladehilfsmittel, Güter) mittels Datenversand und -empfang
Wirtschaftliche Schlüsselfaktoren	
Transportkosten	Transportkosten haben eine hohe Relevanz für die Wirtschaftlichkeit bestehender und künftiger Geschäftsmodelle
Wettbewerbsintensität	Grad an Konkurrenz, der auf einem Markt besteht; bei einer hohen Wettbewerbsintensität besteht ein größerer Innovationsdruck bei gleichzeitig erhöhtem wirtschaftlichem Druck auf die Unternehmen
Fair Logistics	Geschäftsmodelle, in denen die Unternehmen soziale und/oder ökologische Verantwortung übernehmen
Kundenorientierung	Unternehmen stellen die Bedürfnisse ihrer Kunden in den Vordergrund des Dienstgeschäfts
Multioptionale Flächennutzung	Nutzung zweckfremder (z.B. städtischer) Infrastruktur und / oder Flächen für die Zwecke des Wirtschaftsverkehrs
Ökologische Schlüsselfaktoren	
Umweltbelastungen	Beeinträchtigen die Lebensqualität der Menschen: im urbanen Raum sind insbesondere Luftverschmutzung und Lärmbelastigung Belastungen, die mitunter durch den Wirtschaftsverkehr verstärkt werden
Politische Schlüsselfaktoren	
Regulierungsmaßnahmen	Politische Maßnahmen zur Regulierung des öffentlichen Raumes durch Verbote und Beschränkungen
Anreizmaßnahmen	Politische Maßnahmen zur Regulierung des öffentlichen Raumes durch monetäre Förderung und rechtliche Erleichterungen

Schlüsselfaktoren als Basis der Szenarientwicklung

Abb. 07: Schlüsselfaktoren als Basis für die Entwicklung von Szenarien für den urbanen Wirtschaftsverkehr; Quelle: Eigene Darstellung.

3 Analyse des Wirtschaftsverkehrs in den Städten Mannheim, Leipzig und München

Für das Herausstellen der Relevanz stadträumlicher Charakteristika und Besonderheiten für die Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs im urbanen Raum wurden die Inhalte dieser Studie anhand von drei Beispielstädten erarbeitet. Diese unterscheiden sich deutlich in Bezug auf Bevölkerungsdichte und Wachstumsrate. Weitere Kriterien für die Auswahl der Städte waren ihre Standortattraktivität, die Mischung aus globalen Großkonzernen und Mittelstand sowie die bestehende Verkehrsinfrastruktur. Die analysierten Städte Mannheim, Leipzig und München werden im Folgenden mit ihren Charakteristika vorgestellt. Die Inhalte sind eine Kombination aus den Ergebnissen der Desktop-Recherche und dem zweistufigen Workshop-Prozess.

3.1 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Mannheim

Mannheim ist ein wichtiger Hafenstandort in Baden-Württemberg und dient in dieser Studie als Beispiel für Städte mit einem großen Anteil Produzierenden Gewerbes und damit einhergehend einem großen Anteil an produktions- und handelsbezogenem Güterverkehrsaufkommen in der Stadt.

Hafenstandort Mannheim

3.1.1 Stadttyp

Die Bertelsmann Stiftung (2016b) ordnet Mannheim als „Wirtschaftszentrum mit geringerer Wachstumsdynamik“ (Typ 7) ein. Kommunen des Typs 7 sind von einer sehr hohen Einwohnerdichte und einer langen Tradition als Arbeitsplatz-, Verwaltungs- und Versorgungszentrum für das Umland geprägt. Sie sind wichtige Wirtschaftszentren mit einer hohen Anzahl an Arbeitsplätzen häufig aus dem industriellen und gewerblichen Bereich und dem Bildungs- und Fremdenverkehrssektor. Die meisten Städte und Gemeinden haben einen hohen Zuzug junger Menschen zu verzeichnen, die für den Beginn ihres Arbeitslebens oder für die Aus- und Weiterbildung zugezogen sind („Bildungswanderer“) oder aus dem Ausland nach Deutschland zugewandert sind (Bertelsmann Stiftung 2016b).

3.1.2 Bevölkerungsentwicklung

Mannheim ist mit rund 320.000 Einwohnern (Stand 31.12.2017) die größte Stadt in der Metropolregion Rhein-Neckar. Die Metropolregion Rhein-Neckar stellt den siebgrößten Ballungsraum Deutschlands dar. Metropolregionen kennzeichnen sich durch eine hervorragende Infrastruktur, eine hohe Wirtschaftskraft, eine Vielzahl an Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen sowie ein vielfältiges Kultur- und Freizeitangebot. Die Rhein-Neckar Region ist geprägt von erfolgreichen Unternehmen, zahlreichen Forschungseinrichtungen, einer vielfältigen Kulturszene sowie einer bedeutenden Hochschullandschaft. Mit sieben Landkreisen und acht kreisfreien Städten zählen insgesamt 290 Kommunen zur Region.

Metropolregion Rhein-Neckar

Die Einwohnerzahl Mannheims soll laut kommunaler Basisprognose bis 2035 auf ca. 337.000 Einwohner ansteigen. Besonders im Zentrum Mannheims nimmt die Bevölkerungszahl zu. Hingegen verläuft die Entwicklung in den einzelnen Stadtteilen durchaus heterogen und ist teilweise von Bevölkerungszuwächsen, teilweise auch von Rückgängen geprägt (Stadt Mannheim - Kommunale Statistikstelle 2016).

3.1.3 Stadtcharakteristika

Geplante Struktur der
Mannheimer Innenstadt

Städtebaulich betrachtet ist die Stadt Mannheim eine geplante Stadt, was vor allem durch die Quadraturestruktur der Innenstadt deutlich wird. Mannheim zeichnet sich im Besonderen durch eine leistungsstarke urbane Produktion sowie den stationären Handel in der Kernstadt aus. Hieraus haben sich im Laufe der Zeit eine starke urbane Logistikinfrastruktur sowie ein hohes Verkehrsaufkommen im urbanen Raum entwickelt. Des Weiteren verfügt die Stadt Mannheim gemeinsam mit Ludwigshafen über den zweitgrößten Binnenhafen Deutschlands (Regierungspräsidium Karlsruhe 2006). Es bestehen Umschlagsmöglichkeiten in Produktionsnähe auf Wasser, Schiene und Straße.

Stadtklimatologie und
Klimaschutzkonzept

Der Raum Mannheim/Heidelberg zählt zu den wärmsten Regionen Deutschlands. Im Bereich der Städte bilden sich aufgrund des anthropogenen Einflusses Wärmeinseln aus. Eine sehr stark erhöhte bioklimatische Belastung ist in einigen Stadtteilen gemessen worden, darunter auch in der Innenstadt. Die Stadt Mannheim verfolgt das Ziel, mit dem Klimaschutzkonzept 2020 die lokalen CO₂-Emissionen um 40 % gegenüber 1990 zu senken. Außerdem sollen die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen durch verschiedene Maßnahmen (Elektromobilität, alternative Antriebstechniken, Verbesserung des ÖPNV, alternative Mobilitätsformen, Carsharing, Vernetzung) bis 2020 um 17 % reduziert werden. Mit dem Projekt „Future Fleet“ ist die Stadt Mannheim intensiv an der Erforschung und Erprobung der Umstellung der Dienstwagenflotte auf Elektrofahrzeuge beteiligt. Hinzu kommt die energetische Gebäudesanierung für private und öffentliche Gebäude (Kuhn et al. 2013). Die Lärmbelastung in der Stadt ist stark unterschiedlich konzentriert, abhängig von der Lärmquelle und der Tageszeit sowie dem Stadtbereich, in dem die Messung durchgeführt wird. Der Industrielärm der Stadt fokussiert sich auf die Hafengebiete entlang des Rheins und Neckars und weitere Gewerbestandorte im Stadtgebiet.

3.1.4 Verkehr und Verkehrsinfrastruktur der Stadt

Mannheim als Verkehrs-
knotenpunkt

Mannheim gehört zum Verdichtungsraum Rhein-Neckar. Der Raum Mannheim/Ludwigshafen ist dabei von einem Autobahnring mit sieben Autobahnkreuzen umgeben. Der Norden und Osten der Stadt wird von der Bundesautobahn 6 umschlossen, linksrheinisch und im Süden verläuft die A 61. Mannheim ist aber auch ein wichtiger Verkehrsknotenpunkt auf der Schiene, unter anderem mit dem zweitgrößten Rangierbahnhof Deutschlands.

Im Rhein-Neckar-Hafen Mannheim sind rund 450 Betriebsstätten angesiedelt, in denen rund 20.000 Menschen beschäftigt sind. Der Hafen besteht aus vier Hafengebieten mit 14 Hafenbecken sowie drei Stromhäfen. Damit ist der Hafen mit einer Gesamtfläche von 1.131 Hektar der flächenmäßig größte Binnenhafen Deutschlands. Verkehrsgünstig gelegen an der Schnittstelle von Straße, Bahn und zweier Bundeswasserstraßen verfügt der Hafen Mannheim über verschiedene Umschlagsmöglichkeiten (Containerterminals, Roll-on-Roll-off-Anlage, KLV-Terminal). Zu den Seehäfen in Hamburg, Bremen/Bremerhaven, Antwerpen, Rotterdam und Amsterdam bestehen tägliche Verbindungen des kombinierten Verkehrs (Hafen Mannheim 2017).

Anfang 2017 waren in Mannheim insgesamt 168.118 Kraftfahrzeuge zugelassen, davon 145.300 (86,4 %) Pkw, 11.054 (6,6 %) Krafträder und 11.764 (7,0 %) Nutzfahrzeuge (Stadt Mannheim 2017). Die Anzahl der Kfz-Neuzulassungen sind im Stadtkreis Mannheim seit 2010 leicht steigend (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2015). Die Stadt Mannheim verfügt über ein dichtes Netz an Radwegen, welches kontinuierlich ausgebaut und verbessert wird. U.a. plant das Land Baden-Württemberg einen Radschnellweg, welcher in der Metropolregion Rhein-Neckar die Städte Mannheim und Heidelberg verbinden soll, um so dem Pendlerverkehr eine weitere Alternative zum Pkw zu bieten (Metropolregion Rhein-Neckar 2018). Die meisten Busse und Straßenbahnen in Mannheim und Umgebung werden von der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH betrieben. Im Jahr 2016 nutzten 173,4 Mio. Fahrgäste Busse und Bahnen, davon 132,4 Mio. die Bahn und

41,0 Mio. den Bus (Rhein-Neckar-Verkehr GmbH 2016). Täglich nutzen zudem fast 100.000 Menschen die Züge der S-Bahn Rhein-Neckar. Mit der Stadtbahn Nord erfolgte bis 2016 ein weiterer Ausbau des Mannheimer Straßenbahnnetzes, so dass der größte Teil der Siedlungsfläche nun im Einzugsbereich einer Straßenbahnhaltestelle liegt. Abgesehen von kleineren kurz- bis mittelfristigen Vorhaben sind keine weiteren Ausbaumaßnahmen des Netzes vorgesehen (Stadt Mannheim- Fachbereich Städtebau 2013).

3.1.5 Herausforderungen und Chancen für den Wirtschaftsverkehr

Auf Grund der hohen innerstädtischen Produktion hat die Stadt Mannheim ein hohes Aufkommen an Schwerlastverkehr im Zentrum. Kombiniert mit dem anhaltenden Trend der Reurbanisierung kommt es in Mannheim zunehmend zu einer Verkehrsflächenknappheit. Diese Gegebenheiten stellen zunehmend eine Herausforderung für den Wirtschaftsverkehr in der Stadt dar. Die Notwendigkeit des Ausbaus der Verkehrsinfrastruktur in der die Stadt wird daher auf breiter Ebene diskutiert. Hierbei kommt es vermehrt zu Interessenkonflikten zwischen der Lebensqualität und dem fließenden Verkehr, welcher eine hohe Relevanz für die in Mannheim ansässigen Unternehmen hat.

Hohes Aufkommen von Schwerlastverkehr

Als herausfordernd gilt die aktive Zusammenarbeit zwischen den diversen Interessenvertretungen, damit eine einheitliche Verkehrsplanung für alle Verkehrsteilnehmer gelingen kann. Hierfür wird unter anderem eine Erneuerung des Verkehrsentwicklungsplans (Stand 2002) für notwendig gehalten, so die Meinung der Workshop-Teilnehmenden. Ein großes infrastrukturelles Projekt ist derzeit die Umgestaltung der Mannheimer Planen, der Fußgängerzone zwischen Paradeplatz und Wasserturm. Die Modernisierung soll bis 2019 abgeschlossen sein.

Interessenskonflikte

Die in Mannheim vorhandenen Konversionsflächen, meist ehemaliges Militärgelände, stellen in jeglicher Hinsicht ein großes Potenzial und erhebliche Chancen für neue Konzepte in der Stadt Mannheim dar. So bieten diese Flächen Potenzial für Gewerbe, Wohnen, Naherholung und Infrastruktur. In den vergangenen Jahren sind über 300 Hektar ehemaliger Militärfächen in neue zivile Nutzung überführt worden (Stadt Mannheim- Fachbereich Städtebau 2013).

Konversionsflächen als Potenzial

Mannheim ist noch auf der Suche nach einem Gesamtkonzept für eine elektromobile Ladeinfrastruktur. Offen ist die Frage, ob diese Infrastruktur privatwirtschaftlich oder durch die öffentliche Hand realisiert werden sollte. Um den Wirtschaftsverkehr sinnvoll mit einer Ladeinfrastruktur zu versorgen wird aber in jedem Fall der zügige und koordinierte Aufbau an Gewerbestandorten für erforderlich gehalten. Vermieden werden sollte hingegen ein „Flickenteppich“ unkoordiniert verteilt über die gesamte Stadt. Ein Hindernis bei Erschließung neuer Lademöglichkeiten wird noch in der fehlenden Infrastruktur seitens der Energieversorger für einen geeigneten Stromanschluss gesehen. Für die Zukunft wird es auch für denkbar gehalten, dass das bisherige Konzept der Ladesäulen eine Revolution erfährt und durch andere Technologie wie das induktive Laden verdrängt bzw. ersetzt wird. Ein großer Vorteil bei dieser Technologie liegt darin, dass der Ladevorgang als solcher nicht bewusst wahrgenommen wird, sondern während der Fahrt oder beim Warten an der Kreuzung auf die nächste grüne Ampel automatisch vollzogen wird.

Elektromobilität in Mannheim

Geprägt ist die Infrastruktur in der Stadt Mannheim von der natürlichen Begrenzung im Westen durch den Rhein, der lediglich von zwei stadtnahen Brücken in Richtung Ludwigshafen und den beiden Autobahnen überquert wird. Die beengten Verkehrsverhältnisse in den Quadraten lassen kaum mehr einen Infrastrukturausbau zu, ohne dass ein Verkehrsteilnehmer in seinem bisherigen verfügbaren Platz eingeschränkt wird. Wird beispielsweise die Infrastruktur des Radverkehrs erweitert ist dies meist nur möglich, wenn dafür der Verkehrsraum für den motorisierten Verkehr – und damit auch für den Wirtschaftsverkehr verengt bzw. verknappt wird.

Natürliche Begrenzung der Stadt

Der Wirtschaftsverkehr spielt eine große Rolle in Mannheim und hat daher auch erhebliche Auswirkungen auf den gesamten Verkehr in der Stadt. Im innerstädtischen Bereich ist er insbesondere auf den Schwerlastverkehr der stadtnahen Industrie zurückzuführen. Aber auch die Kunden des Einzelhandels tragen einen großen Anteil zum Verkehrsaufkommen bei. Insbesondere die Bismarckstraße parallel zum Hauptbahnhof Mannheim weist ein hohes Aufkommen an Schwelastverkehren auf, wodurch die Lebensqualität der Bewohner, der Verkehrsfluss und die Verkehrsgeschwindigkeit beeinträchtigt werden. Ausbauüberlegungen zur Verkehrsinfrastruktur werden zum einen im Zusammenhang mit einer vermehrten touristischen Erschließung des Hafensareals gesehen. Daneben sind weitere Baumaßnahmen in der Innenstadt und der Umgebung Mannheims angedacht bzw. in Umsetzung. Zu den Großprojekten zählen die Sanierung der Mannheimer Quadrate mit geplanter Fertigstellung bis 2019, die Sanierung der Hochstraßen Nord und Süd in Ludwigshafen und die Bundesgartenschau 2023, welche alle verkehrliche Herausforderungen mit sich bringen.

Zusammenfassend lässt sich aus der vorangegangenen Beschreibung des Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Mannheim festhalten, dass der *Verkehrsmarkt* wie folgt charakterisiert werden kann (Abb. 08): „Der Wirtschaftsverkehr als Lebensader und maßgebende Herausforderung für die Stadt“. Ableitend ist festzuhalten, dass für die Stadt Mannheim die urbane Produktion lebensnotwendig ist, jedoch maßgeblich zu Konflikten zwischen verschiedenen Interessensvertretern führt. Der *Gütermarkt* lässt sich in Mannheim dadurch charakterisieren, dass große Mengen an Schwerlastenverkehr durch die stadtnahe produzierende Industrie den Innenstadtbereich passieren. Hinzu kommt der starke Verkehr durch den florierenden stationären Einzelhandel und Tagesbesucher. Der *Speditiomarkt* bietet den ansässigen produzierenden Unternehmen eine urbane Logistikansiedlung, welche Umschlagsmöglichkeiten in unmittelbarer Nähe auf Wasser, Schiene und Straße ermöglicht. Von besonderer Bedeutung ist hierbei der Mannheimer Hafen zu erwähnen. Prägend für den *Infrastrukturmarkt* sind die natürlichen Verknäppungen, z.B. durch den Rhein sowie auch die geplante Verknäppung durch den Ausbau anderer Infrastrukturen, die zu einer Flächenverknäppung für den motorisierten Verkehr führen.

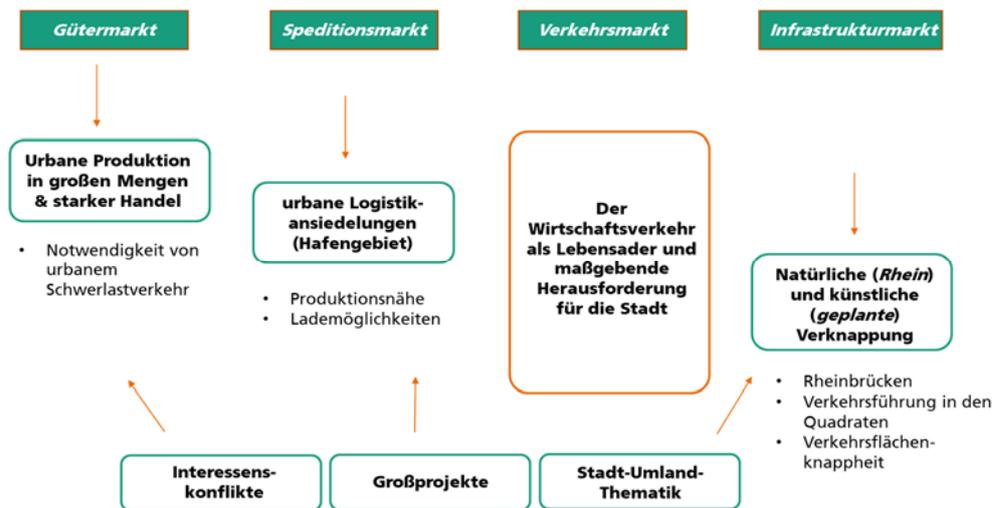


Abb. 08: Abbildung: Status Quo des urbanen Wirtschaftsverkehrs in Mannheim; Quelle: Eigene Darstellung mit Inhalten aus dem Workshop-Prozess in der Stadt Mannheim in Anlehnung an Bernecker und Boysen 2018, S. 119.

Alle vier Teilmärkte sind durch verschiedene stadtspezifische Themen geprägt. In Mannheim besonders von

- Interessenskonflikten zwischen den verschiedenen beteiligten Akteuren und damit zwischen Individualität der Bürger und deren Lebensqualität sowie dem fließenden Verkehr
- einer aktualisierungsbedürftigen Gesamtverkehrsplanungsentwicklung
- den Großprojekten Buga2023, Hochstraße Ludwigshafen sowie der Sanierung der Quadrate
- einer erheblichen Stadt-Umland-Thematik, welche die Pendlerverkehre in die Stadt Mannheim sowie eine konzeptionelle Integration der Außenbezirke beinhaltet, die bisher bei der Planung nicht allzu sehr im Fokus standen.

3.2 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Leipzig

Leipzig ist eine dynamische Stadt im Osten Deutschlands, deren Wirtschaftskraft stark durch den Dienstleistungssektor, insbesondere Forschung und Entwicklung geprägt ist. Die Messestadt Leipzig steht deshalb in dieser Studie als Beispiel für junge, dynamische, schnell wachsende Zentren der Wissensgesellschaft.

3.2.1 Stadttyp

Die Bertelsmann Stiftung (2016a) ordnet Leipzig als „Zentrum der Wissensgesellschaft“ (Typ 2) ein. Die Städte und Gemeinden des Typs 2 werden als Zentren der Wissensgesellschaft in Deutschland bezeichnet, charakterisiert durch Forschung und Entwicklung sowie das Angebot von hoch qualifizierten Dienstleistungen und Produktion. Sie stellen wirtschaftlich und demographisch Wachstumsräume dar, was durch Investitionen und Unternehmensansiedlungen einerseits und nationaler und internationaler Zuwanderer andererseits begründet ist. Ein hervorzuhebendes Merkmal dieser Kommunen ist ihre sehr große Bevölkerungsdynamik. Der Zuzug junger Menschen geht mit einer hohen Geburtenrate einher, und es zeichnet sich, gegen den Trend in Deutschland, ein ausgeglichener Saldo in der natürlichen Bevölkerungsentwicklung ab (Bertelsmann Stiftung 2016a).

Leipzig als Zentrum der Wissensgesellschaft

3.2.2 Bevölkerungsentwicklung

Zum 31.12.2016 hatte Leipzig 579.530 Einwohner. Die Stadt ist damit die größte Stadt der Metropolregion Mitteldeutschland. Entgegen früherer Prognosen, welche eine schrumpfende Bevölkerung in der Stadt vorhersagt haben, erfährt die Stadt Leipzig derzeit ein starkes Wachstum mit enormer Dynamik. Bis 2035 wird ein Anstieg der Bevölkerung auf rund 610.000 Einwohner erwartet (Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen 2015). Dies soll einhergehen mit einer Bevölkerungs- und Beschäftigungszunahme im Stadtzentrum sowie einer Bevölkerungsabnahme im Umland. Dabei ist das Umland geprägt von rapider Überalterung, eine Entwicklung, die prägend für den Osten Deutschlands ist. Lediglich einzelne Städte wie Chemnitz, Dresden, Erfurt, Magdeburg und vor allem Berlin sind ebenso wie Leipzig nicht davon betroffen.

Prognostiziertes Bevölkerungswachstum

3.2.3 Stadtcharakteristika

Die Stadt Leipzig stellt durch ihre geographische Lage eine wichtige logistische Drehscheibe zu den Märkten Europas dar. Sie verfügt über hohe Kompetenz in Bezug auf Osteuropa und nimmt die Rolle als Mittelosteuropazentrum ein, indem sie die strategische Plattform für den Warenaustausch bildet (Stadt Leipzig 2017b)

Logistische Drehscheibe Leipzig

Die Stadt Leipzig ist seit 1990 von einem wirtschaftlichen Wandel geprägt, was mit großen strukturellen Veränderungen in der Stadt und in der Umgebung verbunden war.

Symbol dieses Wandels war ein starker Rückgang des Anteils der Beschäftigten im produzierenden Gewerbe einerseits und der deutliche Anstieg der im Dienstleistungsgewerbe tätigen Personen andererseits. Das Dienstleistungsgewerbe ist in der Folge bis heute ein wichtiger Wachstumsbereich der Stadt geblieben (Industrie- und Handelskammer zu Leipzig 2017). Die ansässigen Unternehmen lassen sich in fünf Cluster gliedern: Automobil- und Zulieferindustrie, Gesundheitswirtschaft und Biotechnologie, Energie und Umwelttechnik, Logistik sowie Medien- und Kreativwirtschaft.

Umweltbelastungen in Hot - spots

Die Umweltbelastungen verteilen sich in Leipzig nicht gleichmäßig, sondern sind auf einige hoch frequentierte Hot-Spots konzentriert. Vor allem der Innenstadtbereich von Leipzig erfüllt hervorragende Voraussetzungen für eine ökologisch nachhaltige Stadt- und Verkehrsentwicklung. Dabei steht unter anderem eine verträgliche Vermeidung von Kfz-Verkehr auf der Agenda, da dieser im Hinblick auf Emissionen und Flächenverbrauch besondere Belastungen verursacht. Verkehrsvermeidung soll u.a. durch das Leitbild der „Stadt der kurzen Wege“ erreicht werden. Um auch im Wirtschaftsverkehr das Potenzial hin zu mehr umweltfreundlichen Verkehrsmitteln zu nutzen, bietet die Stadt den Unternehmen verschiedene Unterstützung an (Blehschmidt et al. 2015).

Nachverdichtung in der Innenstadt

Die Innenstadt Leipzigs ist gekennzeichnet durch Nachverdichtung, ein angenehmes Ambiente und ein außergewöhnliches Flair. Sie bietet unter anderen jungen Familien die Möglichkeit, geeigneten urbanen Wohnraum zu finden. Auf der anderen Seite stellt die Nachverdichtung jedoch auch eine Herausforderung für das Stadtklima dar, denn der Wärmeinseleffekt wird hierdurch noch weiter verstärkt. Ein wesentlicher Grund für die Entstehung dieser Wärmeinseln ist auch die Topographie Leipzigs. Obwohl das Umland ausreichend Kaltluftentstehungsmöglichkeiten bietet, gelangen keine Kaltluftströme in die Stadt (Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz 2016).

Ziel der Stadt Leipzig ist es, die verkehrsbedingten Emissionen von Klimagasen, Lärm und Luftschadstoffen weiter zu senken. Besonders im Fokus dabei liegt die Reduzierung der CO₂-Emissionen des Leipziger Binnenverkehrs: der Wert soll von 1,48 t pro Einwohner im Jahr 2008 auf 0,85 t pro Einwohner und Jahr bis 2025 abgesenkt werden (Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2015).

3.2.4 Verkehr und Verkehrsinfrastruktur der Stadt

Ausbau der (Verkehrs-) Infrastruktur

Der Infrastrukturausbau wird in Leipzig intensiv vorangetrieben. Unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung hat Leipzig die Leitlinie verfasst, dass die optimale Nutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur Vorrang vor baulichen Erweiterungen hat. Damit soll erreicht werden, dass mit geringem Flächen- und Energieverbrauch und geringen Eingriffen in landschaftliche, bauliche und soziale Strukturen, aber auch im Sinne des effektiven Einsatzes knapper Ressourcen sinnvoll gewirtschaftet wird.

Ein Fokus in den nächsten Jahren liegt unter anderem auf der Verbesserung der Anbindung des Oberzentrums Leipzig in der Region und in Deutschland, z.B. durch die Anbindung an das Hochgeschwindigkeitsnetz der Deutschen Bahn und die Fertigstellung der A 72 bis zur Anschlussstelle an die A 38. Die Stadt beteiligt sich weiterhin an einer Erweiterung des Containerterminals Leipzig-Wahren und des Güterverkehrszentrums, welches vorrangig solchen Betrieben zugutekommt, welche die dort angebotenen logistischen Möglichkeiten zur Begrenzung des Straßengüterverkehrs nutzen (Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2015).

Güterverkehrszentrum (GVZ) Leipzig

Das Güterverkehrszentrum (GVZ) Leipzig befindet sich im nordwestlichen Teil der Stadt. Es verfügt über eine Fläche von derzeit ca. 700 ha, auf denen sich über 100 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen angesiedelt haben. Das GVZ ist direkt an die Schiene und die BAB 14 angeschlossen. Zur nächsten Autobahn BAB 9 beträgt die Entfernung 8 km, zum Flughafen Leipzig/Halle 7 km und zum Binnenhafen Halle-Saale sind es ca. 40 km. Das Porsche Werk nutzt das GVZ-Stammgleis zur Versorgung seiner Produktion. Im

südlichen Teil des Güterverkehrszentrums befindet sich der Containerterminal Leipzig-Wahren (Flämig 2012).

Gemeinsam mit anderen Akteuren beteiligt sich die Stadt Leipzig an der Entwicklung der Mobilitätsplattform Mitteldeutschland. Mögliche Störungen im Verkehrssystem sollen frühzeitig erkannt werden, sodass die Straßenverkehrsbehörden sowie die Nahverkehrsunternehmen bereit sind, verkehrslenkende Maßnahmen zu ergreifen, z.B. Lichtsignal-schaltungen anzupassen oder zusätzliche Beförderungskapazitäten bereitzustellen. In Zukunft soll ein integriertes System der Verkehrsinformation und -lenkung im Ballungsraum Leipzig/Halle etabliert werden, welches zeitnah Informationen über die aktuelle Verkehrslage und die jeweiligen Betriebszustände der unterschiedlichen Verkehrssysteme sammelt, verarbeitet und abrufbar gestaltet. Langfristig liegt der Fokus auf dem gesamten mitteldeutschen Raum (Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2015).

Mobilitätsplattform Mitteldeutschland

In der Stadt Leipzig befördern die Leipziger Verkehrsbetriebe jährlich über 138 Millionen Fahrgäste auf 13 Straßenbahnlinien mit 215 Kilometern Länge und 46 Buslinien auf 737 Kilometern Länge. Hinzu kommen die Verkehrsangebote der S-Bahn Mitteldeutschland, die täglich von rund 60.000 Menschen genutzt wird, und diejenigen des Regionalverkehrs. Der ÖPNV Anteil an der Verkehrsmittelwahl der Leipziger Bevölkerung ist seit dem Jahr 2003 ca. auf dem gleichen Niveau von rund 17 % (Stadt Leipzig 2017a).

Leipziger Verkehrsbetriebe

Der Kraftfahrzeugbestand in der Stadt Leipzig ist seit 2012 kontinuierlich angestiegen. Ende 2017 verzeichnete die Stadt einen Bestand von 255.091 Kraftfahrzeugen, darunter knapp 88 % Pkw und 7 % Nutzfahrzeuge für den Wirtschaftsverkehr. Im Vergleich zu Vorjahr ist der Fahrzeugbestand insgesamt um 1,96 % gestiegen. Die Nutzfahrzeuge sind um 4,58 % auf 18.147 angestiegen, die privaten PKW um knapp zwei Prozentpunkte auf 198.137 gefallen (Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen 2018a). Sowohl die Stadt Leipzig als auch das Umland weisen trotz der insgesamt steigenden Kraftfahrzeugzahlen einen Motorisierungsgrad unter dem Durchschnitt der meisten vergleichbaren deutschen Städte auf.

Kraftfahrzeugbestand

Trotz steigender Einwohnerzahl und steigender Kraftfahrzeugzahl geht die Stadt Leipzig davon aus, dass die vorhandene Straßeninfrastruktur auch perspektivisch ausreicht, um eine leistungsfähige Abwicklung des motorisierten Verkehrs sicherzustellen. Daher liegt die Priorität der Stadt Leipzig auf der Instandhaltung. Im Sinne des Naturerhalts und der Nachhaltigkeit sollen v.a. Eingriffe in die ökologisch besonders wertvollen Auenwälder im Süden des Stadtgebiets vermieden werden.

Durch die Realisierung wesentlicher Teile des Straßenbauprogramms wurden bereits in der Vergangenheit wichtige Voraussetzungen für ein Lkw- Vorzugsnetz geschaffen. Ziel ist es, eine Bündelung des Lkw-Zielverkehrs auf leistungsfähigen Trassen durch wenig störungsempfindliche Stadtgebiete zu erreichen. Im Detail beinhaltet das Konzept eine Verbindung der Bereiche mit einem hohen Güterverkehrsaufkommen untereinander und mit den großen Achsen des Fern- und Regionalverkehrs, wobei diese Strecken einen deutlich höherer Fahrkomfort, Störungsfreiheit sowie einfache Orientierung als Attraktivitätsvorteile gegenüber dem übrigen Netz aufweisen sollen (Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2015).

Lkw-Vorzugsnetz

Die Stadt Leipzig weist durch ihre kompakte und gut durchmischte Stadtstruktur mit geringen Steigungen sowie durch die zahlreichen für den Radverkehr freigegebenen Grünverbindungen gute Ausgangsbedingungen für den Radverkehr auf. Die Gesamtlänge der Radverkehrsanlagen im öffentlichen Verkehrsraum hat sich von 74 km im Jahr 1990 auf über 400 km bis heute mehr als vervierfacht. Im Zuge des Ausbaus der Radverkehrsinfrastruktur wurden unter anderem kurze und schnelle Verbindungen entlang der vorhandenen und der neu gebauten Hauptverkehrsstraßen angelegt. Jedoch sind derzeit etwa zwei Drittel des Straßenhauptnetzes noch nicht mit Radverkehrsanlagen ausgestat-

Radverkehr in Leipzig

tet. Die Stadt Leipzig hat im Radverkehrsentwicklungsplan Ziele zur Förderung des Radverkehrs festgelegt. U.a. wird anvisiert, den Radverkehrsanteil an den täglichen Wegen bis 2020 auf 20 % zu erhöhen (Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau 2012).

3.2.5 Herausforderungen und Chancen für den Wirtschaftsverkehr

Verkehrsaufkommen

Mit der Bevölkerungszahl steigt auch das Verkehrsaufkommen. Die Einwohner müssen mit den entsprechenden Gütern versorgt werden, ebenso ist eine funktionierende Entsorgung erforderlich. Dies hat in der Summe eine Verlangsamung des Verkehrsflusses zur Folge. Leipzig profitiert allerdings von einer nach dem Zweiten Weltkrieg in einem Gesamtkonzept geplant wieder aufgebauten städtischen Infrastruktur. Dies gilt auch für die Verkehrswege. Durch deren großzügige Dimensionierung besteht in Leipzig derzeit keine akute Nutzungsüberlastung der Verkehrswege im Zentrum.

Stadt der kurzen Wege

Leipzig weist nur sehr wenig innerstädtische Produktion auf und unterliegt daher nicht wie andere Städte den Herausforderungen eines hohen Schwerlastverkehrsanteils in der Kernstadt. Leipzig gilt für den Wirtschaftsverkehr als Stadt der kurzen Wege, was bedeutet, dass in der Innenstadt viele Kunden auf engem Raum angesiedelt sind. Ein Großteil des Wirtschaftsverkehrs konzentriert sich daher auf den suburbanen Raum mit Schwerpunkten in Richtung Flughafen und Messe.

Der Verkehr in Leipzig gilt als gut organisiert. Dem Individualverkehr steht ausreichend Parkraum zur Verfügung. Parksuchverkehr in der Innenstadt wird so weitgehend vermieden. Aufgrund des starken Bevölkerungswachstums wird jedoch auch die Verkehrsinfrastruktur in Zukunft knapper, ohne dass dies aber zu absehbaren Nutzungsüberlastungen führt. Erforderlich wird aber eine intelligente Verkehrssteuerung, welche die gesamte Verkehrsinfrastruktur und alle Verkehrsarten berücksichtigt.

Arbeitsplätze außerhalb des Zentrums

Durch den Flughafen und das Messegelände, sowie die Ansiedlung zahlreicher Unternehmen im Umland, steigt die Zahl der Arbeitsplätze außerhalb des Zentrums an. Dies führt zu einem Anstieg der Berufspendelverkehre ins Umland. Momentan werden diese Berufspendelverkehre größtenteils mit dem Auto durchgeführt. Das erhöhte Verkehrsaufkommen führt bereits heute zu steigenden Umweltbelastungen durch erhöhten CO₂ Ausstoß. Daher werden innerhalb der Stadt zunehmend Geschwindigkeitsbegrenzungen durch den Luftreinhalteplan eingeführt.

Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in Leipzig

Zusammenfassend lässt sich für Leipzig festhalten, dass auf dem *Verkehrsmarkt* der Wirtschaftsverkehr in der Rolle eines Dienstleisters der Anlieger und als Teil der Stadt gesehen werden kann (Abb. 09). Dabei ist der *Gütermarkt* geprägt durch die Fokussierung auf Dienstleistungen sowie den stationären Handel im Stadtzentrum. In der Innenstadt ist daher auch kaum produktionsbedingter urbaner Schwerlastenverkehr vorhanden. Die Schwerlastenverkehrsachsen liegen vielmehr am Stadtrand, dem suburbanen Raum. Dementsprechend umfasst der *Speditionsmarkt* eine Konzentration der Logistik auf den suburbanen Raum. Durch die historisch bedingte breit angelegte Stadtinfrastruktur ist der *Infrastrukturmarkt* gut organisiert, aber auch zunehmend geprägt durch eine Verknappung von Verkehrsraum. Regulierungsmaßnahmen in Form einer intelligenten Verkehrssteuerung, aber auch von Geschwindigkeitsbegrenzungen und Straßenverengungen gewinnen daher an Bedeutung. Noch ist hingegen ausreichend Parkraum vorhanden und das Stadtbild von relativ wenig Parksuchverkehr geprägt.

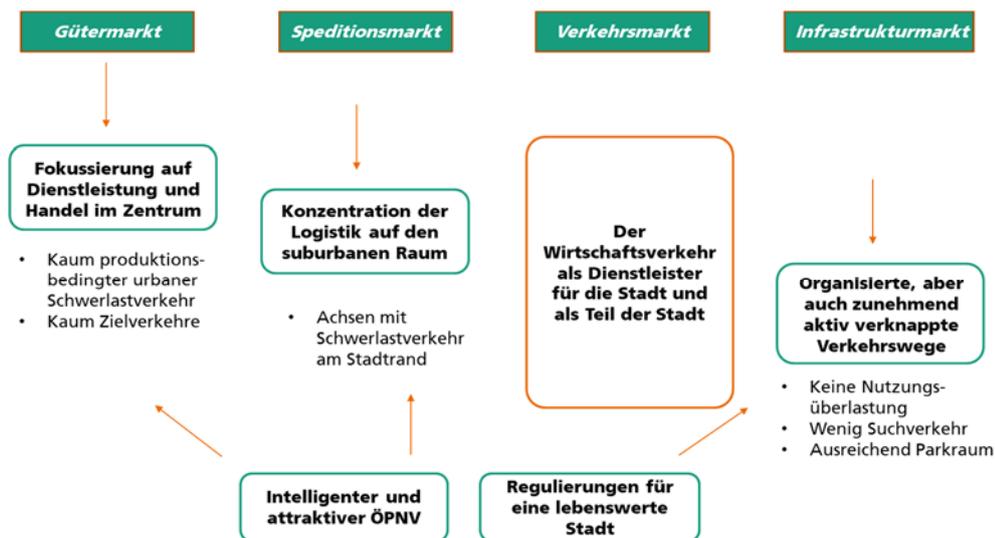


Abb. 09: Status Quo des urbanen Wirtschaftsverkehrs in Leipzig; Quelle: Eigene Darstellung mit Inhalten aus dem Workshop-Prozess in der Stadt Leipzig in Anlehnung an Bernecker und Boysen 2018, S. 119.

Alle vier Teilmärkte sind wiederum durch verschiedene stadtspezifische Themen geprägt. In Leipzig besonders von

- einem relativ großzügigen Infrastrukturangebot
- einer starken Konzentration der Logistik und damit des Wirtschaftsverkehrs auf den suburbanen Raum
- bestehendem Ausbaubedarf beim ÖPNV, v.a. von Verbindungen in das Umland.

3.3 Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in München

München ist eine boomende Metropole mit starkem Bevölkerungswachstum, einer zunehmenden Verflechtung mit dem Umland und einhergehend mit diesen Entwicklungen auch einer starken Verkehrszunahme. Die bayerische Landeshauptstadt steht in dieser Studie als Beispiel für große Metropolen mit hohem Verkehrsdruck und zunehmendem Flächenmangel und infolge dessen besonderen Herausforderungen für die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs.

3.3.1 Stadttyp

Die Bertelsmann Stiftung stuft München ebenso wie Leipzig als „Zentrum der Wissensgesellschaft“ (Typ 2) ein. Dennoch unterscheidet sich München siedlungsstrukturell durchaus von Leipzig, u.a. durch den in seiner Wege-Grundstruktur erhaltenen mittelalterlichen Stadtkern und die starke Rolle des produzierenden Gewerbes in der Stadt und im Wirtschaftsraum München, gerade auch in der Automobilindustrie.

München zählt aufgrund seines hohen Freizeitwerts im innerstädtischen Raum als besonders lebenswerte Stadt. Daher zieht die Stadt und ihr Umland jährlich eine Vielzahl an Touristen an. Um den zunehmenden Wohnbedarf zu decken kommt es zu Nachverdichtungen und Neubauten. Dies stellt auf Grund der mittelalterlichen Grundarchitektur und der historischen, engen Altstadt eine Herausforderung dar.

München als Zentrum der Wissensgesellschaft

Lebenswerte Stadt

3.3.2 Bevölkerungsentwicklung

Wachstum in Kernstadt und Umland

Die Stadt München ist mit derzeit 1,55 Mio. Einwohnern die größte Stadt in Süddeutschland und die drittgrößte Stadt Deutschlands. Die Stadt befindet sich sowohl in der Kernstadt als auch im Umland im Wachstum. Dabei ist in den letzten Jahrzehnten vor allem das Umland überproportional gewachsen. Dies hat unmittelbar Auswirkung auf die Verflechtungsbeziehungen zwischen Kernstadt und Peripherie, die in München weit ins Hinterland reichen. Insgesamt leben heute rund 2,5 Mio. Menschen im Ballungsraum München (Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern 2004).

Auch in Zukunft wird der Großraum München durch seine Bedeutung als Bildungsstandort und seine wirtschaftliche Vielfalt attraktiv für potenziell Zuziehende bleiben. In der Region München werden bis 2034 ca. 3,2 Millionen Menschen erwartet (Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung 2017). Bis 2035 wird die Bevölkerungszahl in der Stadt voraussichtlich auf über 1,85 Mio. Einwohner ansteigen. Während die innerstädtischen Gebiete dabei meist nur geringe Veränderungen zu verzeichnen haben, steigen vor allem die Einwohnerzahlen in den Bezirken am Stadtrand.

3.3.3 Stadtcharakteristika

Hohe Bebauungsdichte

München zählt zu den am dichtesten bebauten Großstädten Deutschlands. Die Flächenreserven zur räumlichen Entwicklung sind daher stark begrenzt. Auch in vielen angrenzenden Gemeinden zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Die Stadt lockt sowohl mit attraktiven Arbeitsplätzen, einer sehr hohen Lebensqualität sowie mit einem hohen Freizeitwert, unter anderem aufgrund der Lage in unmittelbarer Nähe zu den Alpen. Jedoch ergeben sich daraus steigende Miet- und Immobilienpreise. Die vorhandenen Flächenreserven werden immer knapper und um das Wohnungsangebot massiv erhöhen zu können, sind Siedlungsentwicklung sowie verstärkte Nachverdichtung notwendig. Bezahlbarer Wohnraum ist daher eine Herausforderung, der sich die Stadt stellen muss. Die Wachstumsdynamik verändert auch das Verhältnis von Stadt und Region, da viele Zuwanderer ihren Lebensmittelpunkt in die Region legen, wo der Wohnraum noch etwas günstiger ist. Dies führt wiederum zu einem Anstieg der Pendlerzahlen und zur Überlastung der Verkehrsinfrastruktur.

Führende Wirtschaftsmetropole

München zählt zu einer der wirtschaftlich erfolgreichsten deutschen Großstädte und zählt auch im internationalen Vergleich zu den führenden Wirtschaftsmetropolen. Mit rund 96.000 Unternehmen ist München ein bedeutender europäischer Wirtschaftsstandort und verzeichnet deutschlandweit die meisten Dax-Unternehmen (Bienzeisler et al. 2016b). Das erwirtschaftete Bruttoinlandsprodukt belief sich im Jahr 2014 in München auf 99,8 Milliarden Euro, für die gesamte Region lag es bei 164,7 Milliarden Euro. Dabei ist der Dienstleistungssektor mit einem Anteil von 75,7 % an der Bruttowertschöpfung führend. Das Produzierende Gewerbe trägt einen Anteil von 24,3 %. Mit rund 822.000 Beschäftigten im Stadtgebiet und 1,37 Millionen Beschäftigten in der Region ist München zweitgrößter Beschäftigungsstandort in Deutschland. Die Kaufkraft je Einwohner liegt mit ca. 29.600 Euro pro Jahr deutlich über dem Bundesdurchschnitt von rund 21.300 Euro pro Jahr (Bienzeisler et al. 2016b).

Umweltverträglichkeit des Verkehrs in München

Angesichts des Städtewachstums und dem damit einhergehenden urbanen Mobilitätsanstieg stellt die Umweltverträglichkeit des Verkehrs ein zentrales Thema für München dar. Lärm- und Schadstoffemissionen belasten trotz der Einführung von Umwelt- und verkehrsfreien Zonen die Lebensqualität im urbanen Raum und sollen daher gesenkt werden. Um dieses Ziel erreichen zu können, wurde erstmals im Jahr 2004 ein Luftreinhalteplan vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz in Kraft gesetzt (Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung 2011). Trotz der durchgeführten Maßnahmen im Rahmen des Luftreinhalteplans kommt es aber bis heute regelmäßig zu Überschreitungen von Grenzwerten, weswegen seit 2004 der

Luftreinhalteplan regelmäßig fortgeschrieben wird. Neben der Senkung des Schadstoffausstoßes soll auch die Lärmemission gemindert werden. Die entsprechenden Maßnahmen sind im Lärmaktionsplan dargestellt. Die Landeshauptstadt München hat zudem das Ziel, bis 2030 den CO₂ Ausstoß gegenüber 1990 zu halbieren. Langfristig sollen die Treibhausgasemissionen so auf ein nachhaltiges Niveau gesenkt werden.

3.3.4 Verkehr und Verkehrsinfrastruktur der Stadt

Durch ihre zentrale geografische Lage in Europa ist die Landeshauptstadt München eine internationale Drehscheibe für den Güterverkehr. Dies gilt insbesondere für Verkehrsströme nach Osteuropa. München ist von ca. 450 km Straßen des überörtlichen Verkehrs umgeben, darunter rund 90 km Autobahnen (Landratsamt München 2017). Der durchschnittliche Anteil des Wirtschaftsverkehrs am Gesamtverkehr beträgt in der Landeshauptstadt München 30 %. In der Münchner Altstadt steigt er auf bis zu 63 %. Aber auch in den angrenzenden Stadtbezirken weist der Wirtschaftsverkehr mit 40 bis 45 % noch sehr hohe Werte auf. Im Münchner Umland sind die Anteile des Wirtschaftsverkehrs etwas niedriger als in der Landeshauptstadt selbst. Dennoch entfallen in der Region München rund 28 % aller werktäglichen Fahrten auf den Wirtschaftsverkehr (Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern 2004).

Internationale Drehscheibe
für den Güterverkehr

Der gesamte Infrastrukturmarkt in München ist in jeglicher Hinsicht ganztägig überlastet. Durch den Bevölkerungsboom und den stetigen Anstieg an Pendelverkehren besteht kaum die Möglichkeit der Flächenreduzierung. Im Jahr 2016 stieg der Kraftfahrzeugbestand in München auf insgesamt 813.592 Fahrzeuge an. Personenkraftwagen verzeichneten dabei einen Zuwachs von 2,6% auf 701.131 Fahrzeuge, Lastkraftwagen um 1,8 % auf 35.086 (Landeshauptstadt München, Statistisches Amt München 2017).

Überlastung der Verkehrs-
infrastruktur

Etwa 1,9 Mio. Bürger und Bürgerinnen werden täglich mit den Münchener U-Bahnen, S-Bahnen, Tram- und Buslinien im Nahverkehr befördert. Das gesamte Streckennetz des MVV umfasst ca. 1.000 km. Zukünftig sind im ÖPNV hohe Investitionen erforderlich, um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden, welche durch die stetige Zuwanderung entstehen. Durch benutzerfreundlichere Strukturen in der Ticket- und Tarifstruktur sowie durch Verdichtung der Taktung und dem zweigleisigen Ausbau von Strecken sollen die Potenziale des MVV effizienter genutzt werden (Bienzeisler et al. 2016b). Auch die Anbindung der Landeshauptstadt München an das europäische Bahnnetz ist gut.

ÖPNV in München

Basierend auf ansteigenden Bevölkerungsprognosen und einem Wandel des Mobilitätsverhaltens ist davon auszugehen, dass das Radverkehrsaufkommen in den kommenden Jahren ebenfalls einen Zuwachs verzeichnen wird. Daher fokussiert die Landeshauptstadt München den Ausbau und die kontinuierliche Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur. Dies soll beispielsweise durch den Ausbau von Radschnellverbindungen über größere Distanzen umgesetzt werden, bei denen ein zügiges Vorankommen durch mehr Sicherheit im Straßenverkehr und weniger Stehenbleiben an Kreuzungen erreicht werden soll (Landeshauptstadt München 2018e).

Radverkehr in München

Damit sich das Stadtklima trotz des prognostizierten Bevölkerungswachstums und der Zunahme von Pendlerbewegungen nicht massiv verschlechtert, sollen Potenziale im Bereich der Elektromobilität besser genutzt werden. Hierfür werden im Rahmen einer Potenzialanalyse derzeit die Gründe für die Wahl eines bestimmten Verkehrsmittels abgeschätzt. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu führen, dass ein großer Teil der Pendler möglichst früh das Angebot des ÖPNV nutzt. Ein Schwerpunkt wird beispielsweise im Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität an P&R-Plätzen im Standrandbereich gesehen (Landeshauptstadt München 2018b).

Potenziale der Elektromobilität

3.3.5 Herausforderungen und Chancen für den Wirtschaftsverkehr

Attraktiver Wirtschaftsstandort
an der Kapazitätsgrenze

München ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort, was sich in der hohen Anzahl an niedergelassenen Unternehmen bestätigt, aber auch zu einem besonders hohen Wirtschaftsverkehrsaufkommen führt. Der Wirtschaftsverkehr hat daher wie auch der motorisierte Individualverkehr sowie der ÖPNV ganztagig die Kapazitätsgrenze überschritten und ist am Rande der Funktionsfähigkeit angelangt. Dies beeinträchtigt den Verkehrsfluss in hohem Maße. Staus in und um die Kernstadt sind in München Alltag.

Stillstandsvermeidung als
oberstes Gebot

Die Kernstadt Münchens zeichnet sich durch ein breites Angebot im Bereich des Handels aus und verfügt über eine hohe, stark differenzierte Güternachfrage. Die Beeinträchtigung des Wirtschaftsverkehrs durch das erhöhte Verkehrsaufkommen stellt gerade die Speditionsbranche vor neue Herausforderungen. Hierbei gilt aufgrund des Verkehrsaufkommens auf der Straße die Stillstandsvermeidung als oberstes Gebot. Auch das Be- und Entladen gestaltet sich für die beteiligten Akteure schwierig. Durch die begrenzte Flächenverfügbarkeit besteht in der Stadt eine geringe Akzeptanz für Liefer- und Ladezonen, was zu einem gängigen Be- und Entladen in zweiter Reihe führt. Dies behindert wiederum den Verkehrsfluss. Somit bedarf es unter anderem einer Anpassung und Aktualisierung des Parkraummanagements, sodass das Beanspruchen des öffentlichen Raums durch ruhenden Verkehr sowie das Parken in zweiter Reihe für die Be- und Entladung vermieden wird bzw. angemessen dafür bezahlt werden muss. Diskutiert werden u.a. höhere Parkgebühren, besonders auch im Bereich des Anwohnerparkens. Langfristiges Ziel sollte eine effiziente multifunktionale Mehrfachnutzung der Flächen rund um die Uhr sein.

Nicht nur die Straßeninfrastruktur, sondern auch der ÖPNV hat in München bereits seine Kapazitätsgrenze überschritten und teilweise steigen die Bürger vom ÖPNV sogar wieder auf das eigene Auto um. Dennoch ist durch das Bevölkerungswachstum im Umland, dessen zunehmende Verflechtung mit der Kernstadt sowie die Berufspendelverkehre eine Stadt-Umland-Verflechtung des ÖPNVs überlebensnotwendig für die Wirtschaft der Stadt München.

Forderung einer Neuorganisa-
tion des Wirtschaftsverkehrs

Die Stadt mit ihrer Dynamik fordert eine situationsgerechte und flexible Verwaltungsstruktur im Verkehrsbereich sowie eine Neuorganisation des Wirtschaftsverkehrs. Dadurch kann der Weg für neue Logistikkonzepte geebnet werden. Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Einführung neuer Konzepte ist die Einbeziehung der Bevölkerung. Neue Vorhaben sollten frühzeitig öffentlich bekannt gemacht werden, sodass Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit haben, partizipativ an Veränderungsprozessen teilzunehmen.

Des Weiteren steigt der Bedarf nach effizienten und ökologischen Lieferkonzepten, neuen Technologien und Prozessen. Um die Effizienz der Fahrzeuge im Wirtschaftsverkehr zu steigern, ist die Kombination von Ver- und Entsorgung in einem Fahrzeug denkbar sowie die Verlagerung dieser Prozesse in die Nacht durch leise und emissionsfreie Konzepte. Auch eine Belieferung im B2C Bereich in die Abendstunden zwischen 20-22 Uhr ist in der Diskussion.

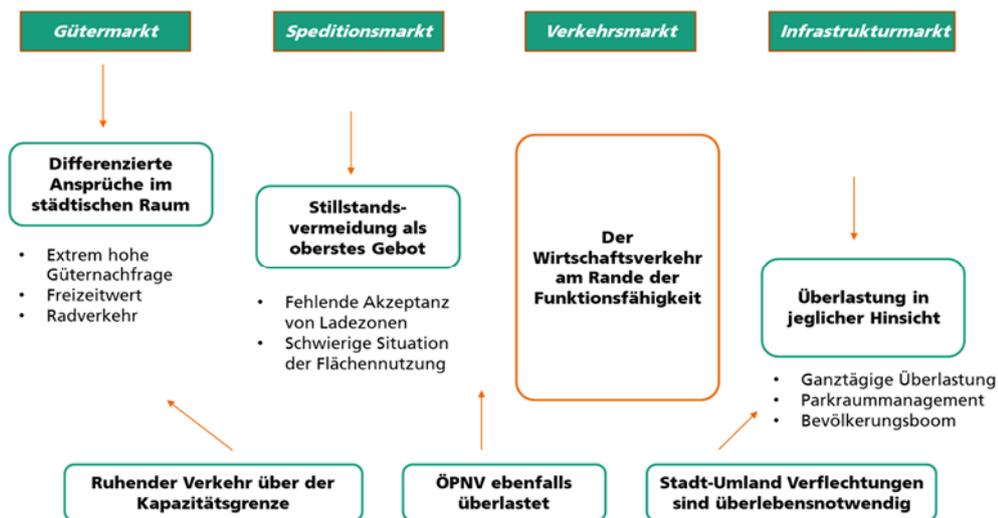


Abb. 10: Status Quo des urbanen Wirtschaftsverkehrs in München; Quelle: Eigene Darstellung mit Inhalten aus dem Workshop-Prozess in der Stadt München in Anlehnung an Bernecker und Boysen 2018, S. 119.

Zusammenfassend lässt sich aus der vorangegangenen Beschreibung des Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in München festhalten, dass der Verkehrsmarkt in München am Rande der Funktionsfähigkeit angelangt ist. Der Gütermarkt hat die anspruchsvolle Aufgabe, den differenzierten Ansprüchen im städtischen Raum gerecht zu werden. Damit ist im Speziellen gemeint, dass die beteiligten Akteure am Verkehr wie z.B. der motorisierte Individualverkehr, der Radverkehr, der Fußgängerverkehr, der Wirtschaftsverkehr und der Lieferverkehr im Speziellen unterschiedliche Bedürfnisse an den Gütermarkt haben und dementsprechend ein Konfliktpotenzial besteht. Die extrem hohe Güternachfrage verursacht eine angespannte Lage, wobei zusätzlich der hohe Freizeitwert der Stadt gewährleistet bleiben soll. Der Speditionsmarkt muss sicherstellen, dass eine Stillstandsvermeidung als oberste Handlungspriorität gewahrt wird. Dazu kann beitragen, dass die Akzeptanz von Ladezonen durch verschiedene Maßnahmen gesteigert wird und dass sich das Parken in zweiter Reihe zur Ausnahme an anstatt zum Regelfall gestaltet. Aufgrund der extremen Gesamtauslastung der Infrastruktur für alle Beteiligten ist an eine Reduktion für bestimmte Verkehrsteilnehmende schwer zu denken, jedoch ist ebenso die Fläche für eine Ausweitung kaum gegeben. Der Infrastrukturmarkt weist eine Überlastung in jeglicher Hinsicht auf. Während der Tagesstunden ist eine kontinuierliche Überlastung zu beobachten, die kaum noch zum Abklang kommt. Die Überlastung wird auch durch den ruhenden Verkehr hervorgerufen, was bedeutet, dass akuter Handlungsbedarf hinsichtlich einer Überarbeitung und Aktualisierung des Parkraummanagements besteht. Auch der Bevölkerungsboom ist ein Grund für die Entwicklung auf dem Infrastrukturmarkt. Der Stadtkern und das Umland verschmelzen sozusagen zu einer Einheit und sind dadurch in Abhängigkeit zueinander. Dies bedarf einer einheitlichen Planungsperspektive mit der Betrachtung des großen Ganzen.

Status Quo des Wirtschaftsverkehrs in München

3.4 Übertragbarkeit auf andere deutsche Großstädte

Stellt man die Analysen Wirtschaftsverkehr der drei Beispielstädte anhand des zur Betrachtung verwendeten verkehrslogistischen Märkte-Modells (Bernecker und Boysen 2018) nebeneinander, so wird deutlich, dass die Herausforderungen, vor denen die drei Städte stehen, verschiedene Parallelen aufweisen, aber auch durchaus unterschiedlich sind. Daher stellen sich Fragen nach einer möglichen Übertragbarkeit bzw. Übertragbarkeit der in den drei Beispielstädten entwickelten Szenarien auf andere Städte.

	Gütermarkt	Speditionsmarkt	Verkehrsmarkt	Infrastrukturmarkt
Mannheim	Urbane Produktion in großen Mengen & starker Handel	urbane Logistikansiedelungen (Hafengebiet)	Der Wirtschaftsverkehr als Lebensader und maßgebende Herausforderung für die Stadt	Natürliche (Rhein) und künstliche (geplante) Verknappung
Leipzig	Dienstleistungsstadt	Konzentration der Logistik auf den suburbanen Raum	Der Wirtschaftsverkehr als Dienstleister für die Stadt und als Teil der Stadt	Organisierte, aber zunehmend künstlich verknappte City-Infrastruktur
München	Differenzierte Ansprüche im städtischen Raum	Stillstandsvermeidung als oberstes Gebot	Der Wirtschaftsverkehr am Rande der Funktionsfähigkeit	Überlastung in jeglicher Hinsicht

Abb. 11: Übersicht des Status Quo der Wirtschaftsverkehre in den Beispielstädten; Quelle: Eigene Darstellung mit dem Ergebnis aus dem Workshop-Prozess in den Städten Mannheim, Leipzig und München.

Themenfelder für die Prüfung der Übertragbarkeit der Studienergebnisse

Um eine Übertragbarkeit der Szenarien auf eine andere Stadt vornehmen zu können ist in jedem Fall eine vielschichtige Betrachtung erforderlich, in welcher die Stadt vergleichbar detailliert analysiert wird, wie es hier der Fall ist. Beispielsweise ist die Stadtgröße (Einwohnerzahl) alleine bei weitem nicht ausreichend, um diesen komplexen Anforderungen gerecht zu werden und eine Kategorisierung vorzunehmen. Es sind weitaus mehr Faktoren notwendig, um die Stadt als solche abbilden zu können. Hierfür eignen sich die in dieser Studie vorgestellten Themenfelder:

- *Infrastruktur*: z.B. Hafen, Flughafen, Bahnhof, ÖPNV, Flächenverfügbarkeit in der Innenstadt, Pendelverflechtung mit dem Umland, Baumaßnahmen, Erreichbarkeit der Innenstadt
- *Gesellschaft*: z.B. Bevölkerungsdynamik, Bevölkerungsdichte, Bürgerbeteiligung und Bürgerinitiativen
- *Wirtschaft*: z.B. Branche, Struktur und Anzahl ansässiger Unternehmen, Produktionsorte der Unternehmen, Kaufkraft der Kunden, ansässiger stationärer Einzelhandel
- *Geographische Gegebenheiten*: z.B. natürliche Begrenzung (Berge, Flüsse, Infrastruktur), Siedlungsstruktur und Bebauungsdichte (Straßennetz, Denkmalschutz, Brücken)
- *Politische Strukturen*: z.B. ganzheitliche und aktuelle Verkehrsentwicklungskonzepte, flexible Handlungskompetenz politischer Strukturen, Genehmigungen zu Testfeldern hinsichtlich autonomen Fahrens, Projekte für die Ausweitung der Elektromobilität, Integration neuer Lösungen in die Planung und Umsetzung neuer Stadtteile

4 Szenarien einer autonom-elektromobilen Stadtlogistik

Nachdem die Ausgangssituation in den drei Beispielstädten Mannheim, Leipzig und München tiefgehend analysiert wurde, blickt dieses Kapitel auf die zukünftige Situation des urbanen Wirtschaftsverkehrs mit Fokus auf die Technologien der Elektrifizierung und Automatisierung.

4.1 Beschreibung der Szenarien einer autonom-elektromobilen Stadtlogistik

Die im Folgenden beschriebenen Szenarien sind das Ergebnis des jeweils in den Beispielstädten durchgeführten explorativen Szenarioprozess. Die in Expertenworkshops entwickelten Szenarien zeigen die Breite der möglichen Entwicklungen bis zum Jahr 2035 anschaulich auf. Die Szenarien selbst sind stadtunabhängig formuliert, die jeweils diskutierten Beispiele in den Städten befinden sich in den grau hinterlegten Textfeldern.

4.1.1 Mannheim

Ausgangssituation: Mannheim ist im Jahr 2018 die größte Stadt in der Metropolregion Rhein-Neckar. Die Stadt hatte 2016 rund 320.000 Einwohner. Bis 2035 wird ein Wachstum auf mehr als 337.000 Einwohner erwartet. Mannheim verfügt über eine leistungsstarke urbane Produktion, gemeinsam mit Ludwigshafen über den zweitgrößten Binnenhafen Deutschlands sowie einen starken Handel. Hieraus resultieren starke urbane Logistikinfrastrukturen und Verkehrsströme. Es bestehen Umschlagsmöglichkeiten in Produktionsnähe auf Wasser, Schiene und Straße. Die wirtschaftliche Attraktivität der Stadt führt zu einer Vielzahl an Lkw-Pendelverkehren. Durch die Verkehrsflächenknappheit stellt der Wirtschaftsverkehr eine zunehmende Herausforderung für die Stadt Mannheim dar. Es entstehen Interessenkonflikte zwischen der Lebensqualität und dem fließenden Verkehr, welcher eine hohe Relevanz für die in Mannheim ansässigen Unternehmen hat.

Ausgangssituation

4.1.1.1 Szenario 1: „Die Politik als Innovationsmanager“

Mit der Verfügbarkeit von Echtzeitdaten und der zunehmenden Akzeptanz digitaler Systeme sind automatisiert disponierte Bestell- und Lieferprozesse zum Regelfall geworden. Für die Auslieferung in der Stadt werden autonome Zustellhilfen eingesetzt. Dies sind unter anderem automatisierte (Klein-) Fahrzeuge, die den Zusteller auf der letzten Meile automatisch folgen. Die Sendungsübergabe zwischen Fahrzeug und bestimmten Empfängern erfolgt teilautomatisiert, z.B. an Paketstationen oder an Warenschleusen im Innenstadtbereich. Die Automatisierung unterstützt so die Beschäftigten, übernimmt jedoch nicht die gesamte Zustellung. Ein Grund hierfür sind die unverändert bestehenden rechtlichen Beschränkungen für das hoch automatisierte Fahren, aber auch die starke Nachfrage nach regional produzierten und vertriebenen Gütern. Sie werden von lokalen Partnern vertrieben, die aufgrund ihrer geringen Größe nur bedingt Möglichkeiten und Bedarf zur Automatisierung haben.

Autonome Zustellhilfen im Einsatz

Zukunftsbild 2035: In Mannheim verkehren hoch automatisierte Transporter innerhalb des Hafengeländes. Dort wurden klar abgegrenzte autonome Zonen eingerichtet, die zum Betriebsgelände des Hafens zählen. Für alle Verkehrsteilnehmer ist eindeutig erkennbar, in welchen Bereichen Fahrzeuge ohne Fahrer unterwegs sind. Die hoch automatisierten Verkehre in der Straße sind Teil einer Gesamtstrategie, denn auch Schienenverkehr und Umschlag im Hafengebiet sind 2035 hoch automatisiert.

Die Elektromobilität hat zum größten Wandel in der Automobilindustrie seit Beginn der Großserienfertigung von Kraftfahrzeugen geführt. Die gesamte Supply Chain und auch der Absatzmarkt haben sich in der Folge verändert. Alle großen Hersteller haben elektrische Nutzfahrzeuge im Angebot und produzieren diese in Großserie. Die Preisgestaltung für diese Fahrzeuge hängt maßgeblich auch von der Rolle der Politik ab: Wenn die Elektromobilität durch eine strenge politische Regulierung erzwungen wird, und in der Folge bei den Käufern auf dem Fahrzeugmarkt nur wenig Wahlfreiheit herrscht, werden auf dem Speditions- und Transportmarkt nur finanziell stark aufgestellte Unternehmen überleben, die in der Lage sind, die aufgerufenen Preise zu bezahlen. Es ist daher eine vermehrte Zusammenarbeit kleinerer Frachtführer mit Flottenbetreibern denkbar. Deren Geschäft wird stark an Bedeutung gewinnen. Dort wo es an Stellen enger politischer Vorgaben eher zu einer anreizbasierten Regulierung kommt, spielen hingegen Kaufanreize in Form einer attraktiven Preisgestaltung eine weitaus größere Rolle. Regulierung alleine reicht dann nicht aus. Die Käufer erwarten vielmehr, dass die Fahrzeug-Gesamtkosten nicht höher sind als für ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotoren.

Zukunftsbild 2035: *In Mannheim ist es gelungen, zwischen den Akteuren eine Zusammenarbeit zu etablieren, die es ermöglicht hat, dass der Wirtschaftsverkehr in Mannheim weitestgehend elektrifiziert werden konnte. Die Elektrifizierung trägt erheblich zu einer lebenswerten Stadt bei. Die bereits vorhandene elektrische Infrastruktur in Mannheim hat für die flächendeckende Elektrifizierung ebenso eine Rolle gespielt wie sinkende Preis der E-Fahrzeuge für den Kunden.*

Regulierungen durch die Politik sind ein fester Bestandteil des Marktes im Jahr 2035. Belieferungen in der Innenstadt dürfen nur noch mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen durchgeführt werden. Damit verschwindet für Logistikdienstleister und Verlader die Möglichkeit, sich durch Elektromobilität zu differenzieren. Der elektrische Antrieb wird zum gesetzten Standard. Die Anschaffung der entsprechenden Fahrzeuge ist daher zwingend notwendig, unabhängig von deren Preis. Für Investitionen in weitere (Fahrzeug-) Innovationen sind daher bei hoch bleibenden Preisen für E-Fahrzeuge meist keine finanziellen Mittel mehr verfügbar.

Initiativen zur Regulierung des Verkehrs in der Stadt gehen von allen politischen Ebenen aus (EU, Bund, Land, Kommune). Manche Umsetzungsvorgaben sind für die betroffenen Kommunen allerdings nur schwer realisierbar und erscheinen im lokalen Kontext auch nicht immer zielführend. Die Städte favorisieren v.a. anreizbasierte Maßnahmen, wie beispielsweise Subventionen oder Sondervorteile für bestimmte Fahrzeuge im ruhenden oder fließenden Verkehr, die sie selbst formulieren und umsetzen können. Sobald mit den Maßnahmen spürbare Einschnitte verbunden sind, wie es unter anderem bei Fahrverboten oder einer City-Maut der Fall ist, wird nach übergeordneter Regulierung verlangt, um die Verhältnismäßigkeit zu wahren und im Wettbewerb mit anderen Städten nicht unangemessen benachteiligt zu sein.

Zukunftsbild 2035: *Die Mannheimer Fußgängerzone „Planken“ wird nur noch mit elektrisch angetriebenen Fahrzeugen beliefert. Ebenso wie für den Wirtschaftsverkehr von und zu den großen Produktionsstätten in der Stadt wurde hier durch die lokale Politik mit einer zur Stadt passenden Strategie die flächendeckende Elektrifizierung des Verkehrs umgesetzt.*

Die starke Marktregulierung zwingt Fahrzeug- und Flottenbetreiber zu einer besseren Auslastung ihrer Fahrzeuge. Um neue Technologien praxistauglich in die urbane Logistik implementieren zu können, ist es notwendig, dass die erforderliche Infrastruktur den neuen Anforderungen entspricht. Daher werden vor allem Ladeinfrastrukturen errichtet und technische Voraussetzungen für das autonome Fahren geschaffen. Straßenverkehrs-

gesetz und Straßenverkehrsordnung werden angepasst und schaffen so die erforderlichen Rahmenbedingungen. Die politischen Entscheider übernehmen also dahingehend Verantwortung.

Zunehmend komplexere Prozesse und Rahmenbedingungen in der Logistik erschweren es Startups, auf dem Markt Fuß zu fassen und dort als Treiber zu agieren. Innovationsimpulse, meist das Kernelement eines Startups, gehen durch politische Marktregulierung sowie strenge gesetzliche Anforderungen an den Antriebsstrang verloren. Die Dominanz großer Unternehmen auf dem Markt nimmt zu, was wiederum dem Trend zu standardisierten Lösungen entgegenkommt.

Zukunftsbild 2025: Für das Lastenrad gibt es nach wie vor Anwendungshemmnisse; es hat sich flächendeckend nicht durchgesetzt. Das liegt unter anderem daran, dass es keine innovative Anpassung des Straßenverkehrsrechts an das neue Fortbewegungsmittel gibt. Übertragbar auf andere Innovationen im Fahrzeugbereich, die auf den Markt kommen, wird die gleiche Situation vorzufinden sein.

Monopole dominieren den Markt

Das weiter angestiegene Verkehrsaufkommen in der Stadt hat neue Belieferungskonzepte und eine Entlastung bzw. effizientere Nutzung der Verkehrsinfrastruktur erforderlich gemacht. Dabei sind die Grenzen zwischen Personen- und Güterverkehr zunehmend verschwommen. Die Auslieferung von Paketen erfolgt z.B. nachts auch mit Straßenbahnen, um vorhandene Kapazitäten bei Infrastruktur und Fahrzeugen besser auszunutzen. An bestimmten Punkten des innerstädtischen Netzes werden einzelne Fahrzeugelemente aus den Bahnen ausgekoppelt, um die letzte Meile über die Straße abzuwickeln. Dieses Verschwimmen von Personen- und Warentransport baut auf exakten zeitlichen Planungsprozessen auf. Sie fokussieren vor allem die maximalen Systemkapazitäten, insbesondere an den großen Knotenpunkten des Netzes, und Regeln zur Festlegung von Prioritäten zwischen Personen- und Güterverkehr. Für eine zeitliche Entkoppelung durch die Verlagerung von Lieferverkehr in die Nacht muss zudem – sofern keine automatischen Schleusen vorhanden sind – zu diesen Zeiten in der Stadt das Personal für den Wareneingang und Warenausgang bereitstehen, und es müssen neue Lösungen für den Lärmschutz gefunden und definiert werden.

Personen- und Güterverkehr verschwimmen zunehmend

Zukunftsbild 2025: Straßenbahnlinien zur reinen Personenbeförderung sind aus dem Mannheimer Stadtbild verschwunden. Etabliert hat sich ein ausgeklügeltes Kombi-Konzept, in dem Personen- und Wirtschaftsverkehr auf Teilen ihres Beförderungswegs miteinander verschmelzen. Dabei wurde die Taktung der Straßenbahnen angepasst, ebenso die Wagengestaltung und die Be- und Entladungsprozesse bzw. das Ein- und Aussteigen der Fahrgäste.

Um den Herausforderungen des Ladens zu begegnen, versuchen die Städte, vorhandene Infrastrukturen für E-Nutzfahrzeuge im Wirtschaftsverkehr mit zu nutzen. Hierzu zählen Induktionsschleifen und Fahrleitungsanlagen des ÖPNV, Umspann- und Trafostationen in der Stadt oder die Betriebshöfe der ÖPNV-Anbieter und der Stadtwerke. Da Betriebshöfe nach dem Ausrücken der Bahnen und Busse tagsüber gering frequentiert sind, können sie in dieser Zeit zum Abstellen und Laden von Nutzfahrzeugen und ggf. sogar Pkw genutzt werden.

Vorhandene Infrastrukturen werden genutzt

Zukunftsbild 2025: In Mannheim stehen abschnittsweise – etwa an Haltestellen und in Betriebshöfen – Ladeinfrastrukturen der kommunalen Verkehrsbetriebe zur Verfügung, die es ermöglichen, auch Nutzfahrzeuge zu laden. Damit gelingt es der Stadt auch, ihre Ladeinfrastruktur gleichmäßig auszulasten.

Ein entscheidendes Kriterium für das Gelingen von Sharing-Lösungen ist die zeitliche Abgrenzung der Nutzung. In Logistikzonen und Häfen stehen nachts Abstellflächen und Lademöglichkeiten zur Verfügung, die dann von Fahrzeugen in Anspruch genommen werden können, die tagsüber im Verteilverkehr in der Stadt aktiv sind. Ein solches privates Flächensharing wird politisch gewünscht und geregelt und führt schließlich zu einer stärkeren Zusammenführung des Individual- und Wirtschaftsverkehrs. Voraussetzung hierfür war eine erhöhte Dialogbereitschaft und Öffnung den neuen Partnern gegenüber, um eine fruchtbare Austauschkultur zu pflegen und gemeinsam Projekte zu gestalten.

Vorrangzonen für die Logistik im Hafbereich werden auch zu den ersten Orten, an denen autonom betriebene Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum zugelassen werden. Auf betriebseigenen Werksgeländen sind selbstfahrende Schienen- und Straßenfahrzeuge ebenfalls Standard. Mit dem steigenden Verkehrsaufkommen geht unter anderem auch eine Flächenverknappung in der Stadt einher. Es ist notwendig, Flächen gemeinsam zu nutzen bzw. für verschiedene Zwecke nutzbar zu machen und den Preis als Steuerungsinstrument einzusetzen. Teilautomatisierte Flotten, smarte Apps und Sharing-Dienste haben das klassische Parken revolutioniert. Fahrzeuge sind im Jahr 2035 länger im Einsatz und beanspruchen somit weniger öffentliche Parkflächen. Das Parken zu auftragschwachen Zeiten wird hinfällig. Auch Gewerbegrundstücke dürfen nur noch bebaut werden, wenn die Flächen effizient genutzt werden. Dies beinhaltet auch Investitionen in Richtung Förderung der Elektromobilität und Automatisierung.

Zukunftsbild 2035: *Sharing-Lösungen im Verkehr funktionieren in Mannheim auch deshalb auf allen Ebenen so gut, weil die zeitliche Abgrenzung in Absprache mit allen Beteiligten aus verschiedenen Branchen gut funktioniert.*

Neben dem politisch geforderten Umstieg auf alternative Kraftstoffe und Antriebstechnologien geraten die Unternehmen nachfrageseitig durch die Forderung nach „Well-to-Wheel“-Betrachtungen immer stärker unter positiven Erfolgsdruck hinsichtlich eines aktiven Umweltmanagements. Zudem ist die Logistik durch innovative Bestell- und Lieferprozesse, die dennoch nachhaltig abgewickelt werden sollen, zunehmend gefordert. So sind beispielsweise zur Lärmreduktion beim nächtlichen Be- und Entladen alternative Bodenbeläge auf Ladeflächen sowie in Logistikzentren und lärmarme Reifen zum Standard geworden. Eine völlig neue Herausforderung hat sich ergeben, weil Licht bzw. Helligkeit als neuer nächtlicher Störfaktor von der Bevölkerung wahrgenommen wird. Von allen beteiligten Akteuren wird eine durchdachte Ressourceneffizienz gefordert. Daher haben sich Smart Grids weiter durchgesetzt und ermöglichen im Jahr 2035 eine intelligente und effiziente Nutzung von erneuerbaren Energien.

Zukunftsbild 2035: *Zustellung und Wirtschaftsverkehr in der Innenstadt sind elektrifiziert. Dennoch steht Mannheim nun vor der Herausforderung, dass durch den Wegfall des Lärmpegels die Lieferzeiten in die Nacht hinein ausgedehnt wurden und somit die dafür notwendige Beleuchtung Umweltauswirkungen mit sich bringt. Daher ist ein umfassendes Nachhaltigkeitsmanagement als fester Bestandteil in Ausschreibungen vorgeschrieben.*

4.1.1.2 Szenario 2: „High-Tech-Flottenbetreiber revolutionieren die Stadtlogistik“

Autonome Systeme prägen im Jahr 2035 den Wirtschaftsverkehr. Fahrzeuge sind in der Lage, untereinander sowie mit ihrer Umwelt zu kommunizieren und sich selbstständig im Raum zu bewegen. Der Einsatz vollautonomer Fahrzeuge der Stufe 5 findet mittlerweile sowohl auf privatem Werksgelände, als auch auf sich regelmäßig wiederholenden Strecken im öffentlichen Raum (z. B. Pendelverkehre) statt. Die steigende Nachfrage nach autonom fahrenden Fahrzeugen, insbesondere von Unternehmen der Logistikbranche, ist durch einen Fahrermangel zu begründen, der sich seit den 2010er Jahren kontinuierlich verstärkt hat. Des Weiteren rechtfertigen die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge und die damit einhergehenden Einsatzmöglichkeiten – und somit Kosteneinsparungspotenziale – den Kauf der im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen, obwohl auch im Jahr 2035 ein autonom fahrendes Fahrzeug noch teurer ist als ein manuell gelenkter Lkw.

Autonome Systeme im privaten und öffentlichen Raum

Zukunftsbild 2035: Der Einsatz vollautonomer Fahrzeuge, der im Jahr 2025 noch vorwiegend auf privatem Werksgelände stattfand, dehnt sich im Jahr 2035 in Mannheim auf festgelegte, sich regelmäßig wiederholenden Routen im öffentlichen Straßenraum aus. So werden jetzt beispielsweise Parkierungsflächen, die sich am Rande bzw. außerhalb der Stadt befinden, über autonome Shuttlesysteme mit der Innenstadt sowie den großen Unternehmensstandorten verbunden. Auch Speditionen setzen auf regelmäßig befahrenden Strecken, wie beispielsweise zur Werksbelieferung am Hafen, vollautonome Fahrzeuge ein.

Zusätzlich zu den autonomen Fahrzeugen auf der Straße werden im Jahr 2035 auf privatem Gelände auch testweise Drohnen für den Gütertransport innerhalb eines Werkes eingesetzt. Innovative Unternehmen drängen auf den Markt mit dem Versuch, die bisher auftretenden Ineffizienzen des urbanen Wirtschaftsverkehrs durch den Einsatz von neuen Zustellgefäßen zu reduzieren.

Sowohl die vollautonom fahrenden Fahrzeuge als auch die fahrgelerührten Nutzfahrzeuge werden für den Einsatz in der Stadt elektrisch angetrieben. Dort, wo sich die E-Mobilität wirtschaftlich einsetzen lässt, ersetzt sie im Jahr 2035 komplett den Verbrennungsmotor. Pflege- und Sozialdienste sowie KEP-Dienstleister, die im Jahr 2025 nur teilweise auf E-Mobilität gesetzt haben, sind im Jahr 2035 komplett auf batterieelektrische Fahrzeuge umgestiegen. Die Pilotprojekte in den 2010er und 2020er Jahren waren das Ventil für einen dauerhaften Einsatz der Fahrzeuge, der durch sinkende Anschaffungskosten nach dem Jahr 2025 auch tatsächlich eingetreten ist. Voraussetzung für die Eignung der batterieelektrischen Antriebsform ist auch im Jahr 2035 noch die Planbarkeit der Routen, die auf die Batteriereichweite zugeschnitten ist. Auch wenn sich die benötigte Zeit für das Laden der Batterien reduziert und deren Leistungsfähigkeit erhöht hat, muss diese unverändert bei der Einsatz- und Tourenplanung als limitierender Faktor berücksichtigt werden. Für alle Arten von Transporten eignet sich somit der Einsatz batterieelektrischer Systeme nicht, sodass auch Fahrzeuge mit Brennstoffzelle im Segment der schwereren Nutzfahrzeuge (ab 7,5t), für längere Strecken und für Express- und Kurierfahrten im Einsatz sind.

Durchsetzung nutzerorientierter e-mobiler Fahrzeuge

Zukunftsbild 2035: Aufgrund von Befürchtungen der Mannheimer Bevölkerung, die die Sicherheit der Wasserstofftankstellen bemängeln, befinden sich diese hauptsächlich außerhalb von reinen Wohngebieten. Die Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge hingegen ist in einem dichten Netz über das Stadtgebiet verteilt. Privatpersonen und Gewerbetreibende teilen sich die öffentliche Ladeinfrastruktur. Auf den Werksgeländen nutzen die Unternehmen zudem ihre eigene Ladeinfrastruktur.

Mit dem standardmäßigen Einsatz von E-Fahrzeugen und dem technologischen „Gleichstand“ der Automobilhersteller müssen diese dem Kunden einen anderen Mehrwert bieten, um im Jahr 2035 einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. Dieser Mehrwert liegt beispielsweise in einer branchenspezifischen Ausstattung (z.B. Hochregallager in Transportern für Speditionen/KEP-Dienstleister), in einer besonders ansprechenden Bauweise oder in digitalen Services, die z.B. die Fahrer während der Fahrt zum Kunden automatisch mit den nötigen Informationen versorgen. Die Befriedigung der Kundenbedürfnisse steht bei der Fahrzeugentwicklung im Jahr 2035 im Vordergrund.

Eine weitere Neuerung im Jahr 2035 ist, dass die Unternehmen der Logistikbranche enger zusammenarbeiten. Die Logistiker operieren in einem wirtschaftlichen System, welches Kooperationen nicht nur ermöglicht, sondern einfordert: Durch die sich kontinuierlich ändernden Logistikprozesse und die Rekonfiguration der logistischen Wertkette entstehen völlig neue Kooperationsbeziehungen zwischen Logistikunternehmen, Startups und kommunalen Akteuren. Beispielsweise nutzen Speditionen gemeinsame Umschlag- und Zwischenlagerflächen. Ausgehend von diesen Flächen werden die Waren mit kleineren, emissionsarmen Fahrzeugen zu den Endkunden im Stadtgebiet gebracht. Das Stadtgebiet ist dabei in Zustellbezirke unterteilt, die von jeweils einem Anbieter beliefert werden. Die Endkundenbelieferung B2B erfolgt somit nun durch eine „White Labeling Lösung“.

Neben den Speditionen kooperieren auch andere Unternehmen des Wirtschaftsverkehrs im Jahr 2035 miteinander, wenn auch (noch) nicht ganz so stark ausgeprägt. KEP-Dienstleister nutzen branchenintern beispielsweise gemeinsame Zwischenlagerflächen, führen die Endkundenbelieferung nach wie vor aber nicht unternehmensübergreifend durch. Diese Dienstleister bilden gerade auf der letzten Meile durch individuelle Zustelldienste entscheidende Differenzierungs- und Wettbewerbselemente aus. Eines dieser Elemente ist die vertikale Kooperation, beispielsweise mit Betrieben des Handwerks oder der Pflege. Koordiniert wird diese Art der Kooperation über externe Dienstleister, die als Plattform fungieren und das Flottenmanagement übernehmen.

Zukunftsbild 2035: *Im Zuge integrierter Wertschöpfungsketten und nahezu vollständig transparenter Logistikprozesse sind Unternehmenskooperationen entstanden, die Fahrzeuge gemeinsam anschaffen und flexibel einsetzen. Damit ist es z.B. für die Handwerksbetriebe nicht mehr notwendig, selbst mit einem großen Fahrzeug zum Endkunden zu fahren. Vielmehr stellt ein Sharing-Fahrzeug sicher, dass das benötigte Material und Werkzeug rechtzeitig vor Ort ist und nach Beendigung der Arbeiten wieder abgeholt wird. Diesen Anspruch können z.B. KEP-Dienstleister mit einer intelligenten Tourenplanung befriedigen. Die Handwerker selbst fahren u.a. mit dem E-Bike zu ihren Kunden. Pflegebetriebe hingegen profitieren davon, dass sie nur zu bestimmten Uhrzeiten auf einen Pool an Transportfahrzeugen zugreifen müssen. Ab der Mittagszeit stehen diese Fahrzeuge anderen lokalen Unternehmen (z.B. KEP-Dienstleistern, Sicherheitsbetrieben) zur Verfügung und werden multifunktional genutzt.*

Insgesamt bilden die brancheninternen und branchenübergreifenden Kooperationen der Unternehmen im Wirtschaftsverkehr die Basis für die Entwicklung von Freiflächen in der Stadt. Diese entstehen insbesondere im Straßenraum, da weniger Fahrzeuge pro Gebiet im Einsatz sind, weniger Leerfahrten stattfinden und nicht mehr auf Gehwegen und in zweiter Reihe zum Be- und Entladen geparkt wird. Außerdem werden durch die gemeinsame Flächen- und Fahrzeugnutzung weniger Transportfahrzeuge in den Gewerbe- und Wohngebieten abgestellt, was wiederum zu neuen Flächennutzungsoptionen sowie einer Steigerung der Lebensqualität für die Bürgerinnen und Bürger führt.

Sowohl die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge als auch die Kooperationen im Wirtschaftsverkehr werden erst über die Bereitstellung von Echtzeitdaten möglich. Diese lassen zu einer effizienten Lagerhaltung und Belieferung („predictive shipping“) zu

und dienen zum anderen einer optimierten Verkehrssteuerung. In diesem Zusammenhang drängen innovative Dienstleister in den Markt, die Plattformen für den Datenaustausch der beteiligten Transportunternehmen bereitstellen und organisieren. Sie stellen unter anderem Daten zu den Touren, zum Verkehr und zu den Fahrzeugen (z.B. Ladevorgang und Reichweite von E-Fahrzeugen) in Echtzeit zur Verfügung, wodurch die Unternehmen der Logistikbranche je nach Einsatzzweck das optimale Fahrzeug in Bezug auf Größe, Ausstattung, Kraftstoff- und Antriebsart aus einer gemischten Flotte wählen. Diese Fahrzeugflotten sind immer seltener im Eigenbesitz der Unternehmen, sondern immer mehr in der Hand von externen Dienstleistern, die gleichzeitig auch eine Datenplattform bereitstellen.

Zukunftsbild 2035: Unternehmen und Kunden sind bereit, eine Vielzahl an Daten zur Verfügung zu stellen, da sie von individualisierten Bestellungen und Lieferungen profitieren. Jedoch steigt mit der zunehmenden Datenbereitstellung die Nachfrage nach fairen und transparenten Lieferketten, was eine Herausforderung für die Unternehmen im Wirtschaftsverkehr darstellt. Dies ist mit ein Grund dafür, dass sich die Geschäftsprozesse im Wandel befinden und neue Lösungen für die Gestaltung einer effizienten und gleichzeitig nachhaltigen Lieferkette entstehen. Die Datenverfügbarkeit ist zu einem relevanten Wettbewerbsfaktor geworden: Die Unternehmen, die über qualitativ und quantitativ hochwertige Prozess- und Kundendaten verfügen und diese intelligent nutzen, sind besonders erfolgreich. Aufgrund dieser Abhängigkeit von Echtzeitdaten ist der Erfolg aller Unternehmen im Wirtschaftsverkehr auch stark von der Datensicherheit abhängig.

Jedoch hat die Veränderung des Wirtschaftsverkehrs nicht für alle Beteiligten nur positive Auswirkungen: Insbesondere die Endkunden spüren auch negative Effekte der veränderten Situation, da sie – je nach Standort – gegebenenfalls aufgrund von Bündelungseffekten seltener beliefert werden oder aufgrund von Zusatzleistungen höhere Kosten tragen müssen. Die höheren Kosten und längeren Wartezeiten für die Wareneinstellung werden aber sowohl von Unternehmen als auch von Privatkunden toleriert, da die Verkehrsreduktion und die ökologische Aufwertung der Stadt – und damit die Verbesserung der Lebensqualität – für alle Akteure höchste Priorität haben. Dabei steht nicht allein das Thema Luftreinhaltung im Fokus, sondern ebenso die Emissionen von Lärm und Licht sowie das Recycling.

Für die politischen und kommunalen Akteure bedeutet diese marktwirtschaftlich getriebene Entwicklung, dass sie zwar die Rahmenbedingungen festsetzen, sich aber nicht aktiv in die Verkehrsentwicklung der Stadt über Gebote und Verbote einmischen müssen. Vielmehr kommt der Kommunalpolitik eine steuernde Rolle zu, indem sie Infrastrukturen zur Verfügung stellt und Möglichkeiten prüft. Die Bundes- und Europapolitik hingegen ist im Themenfeld Datenschutz gefordert, wo die Richtlinien kontinuierlich weiterentwickelt und angepasst werden.

Zukunftsbild 2025: Neue Technologien gehen mit neuen Herausforderungen für die städtische Infrastruktur bzw. für städtische Dienstleistungen einher (z.B. Auswirkungen von Wasserstoff-Tankstellen auf die Ausstattung und die Prozesse bei der Feuerwehr; Ausstattung von Straßen und Beschilderungssystemen mit technischer Infrastruktur für das automatisierte Fahren im öffentlichen Raum). Die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger steht im Fokus der städtischen und kommunalpolitischen Akteure, weshalb sich diese nicht nur mit den technischen Möglichkeiten und den damit einhergehenden Chancen, sondern ebenso mit den damit verbundenen Herausforderungen auseinandersetzen müssen.

Ökologisch orientierte Stadtentwicklung

Rahmenbedingungen für Innovationen durch politische Entscheidungen

Neben all den technologischen Möglichkeiten und Veränderungen im Wirtschaftsverkehr ist die Innenstadt auch im Jahr 2035 noch ein Ort, an dem sich die Bürger/innen und Besucher/innen gerne aufhalten. Jedoch zwingen der wachsende Onlinehandel und die optimierten Liefersysteme die lokalen Einzelhändler dazu, den Kundennutzen beim Einkauf im Geschäft auf eine andere Art und Weise zu gestalten. Es ist nicht mehr ausreichend, nur die Ware zu präsentieren. Kooperationen zwischen den Akteuren dienen dazu, gemeinsam die Kunden vom Besuch der Innenstadt zu überzeugen, was z.B. durch das Organisieren von gesellschaftlichen Events (z.B. Flohmärkten) gelingt. Des Weiteren haben sich die Angebote der lokalen Händler immer weiter spezialisiert und an die individuellen Kundenbedürfnisse angepasst. So sind neue Formen der Verknüpfung von Gastronomie, Konsum und Kultur entstanden. Die Innenstadt hat sich dadurch von einem Konsumort zu einem Aufenthaltsort entwickelt, in dem es wieder attraktiv ist, zu Fuß zu gehen und in dem ein intensiver sozialer Austausch stattfindet. Die City punktet im Jahr 2035 mit der Vermittlung von Emotionen für Bürger/innen, Kunden/innen und Besucher/innen.

4.1.2 Leipzig

Ausgangssituation: Leipzig ist mit rund 580.000 Einwohnern im Jahr 2016 die größte Stadt der Metropolregion Mitteldeutschland. Die Stadt befindet sich sowohl im wirtschaftlichen als auch im demografischen Wachstum und weist eine extrem hohe Dynamik auf. Bis 2035 wird eine Einwohnerzahl von rund 610.000 erwartet. Die Stadt Leipzig zeichnet sich besonders durch das Angebot an hochqualifizierten Dienstleistungen insbesondere im Logistikbereich sowie den stationären Handel im Stadtzentrum aus. Leipzig gilt aber auch als Stadt der kurzen Wege mit wenig innerstädtischer Produktion. Daher konzentrieren sich Wirtschaftsverkehre auf den suburbanen Raum der Stadt, größtenteils rund um den Flughafen, der zu Europas Dreh- und Angelpunkten in der Luftfracht zählt sowie rund um die Messe. Durch die aus heutiger Sicht eher großzügig angelegte Stadtanlage besteht in Leipzig keine akute Nutzungsüberlastung der Verkehrswege im innerstädtischen Raum.

Ausgangssituation

4.1.2.1 Szenario 3: „Die Innovationskraft des Marktes“

Autonome Zustellhilfen in Form von batterieelektrisch betriebenen Kleinfahrzeugen, welche den Zusteller unterstützen, indem Sie in der Lage sind durch intelligente Programmierung dem Zusteller zu folgen oder bis zum nächsten Entladeplatz vorausfahren, haben sich auf der letzten Meile zu einem festen Bestandteil des urbanen Wirtschaftsverkehrs entwickelt. Als Voraussetzung hierfür wurden eine geeignete Infrastruktur und eine rechtliche Basis für den Einsatz autonomer Fahrzeuge geschaffen. Überall dort, wo größere Fahrzeuge durch Einfahrtsverbote nicht erlaubt sind, kommen kompakte autonome Zustellhilfen zum Einsatz. Die Fahrzeuge folgen dem Zusteller selbstständig und unterstützen ihn bei der Auslieferung der Ware. Durch den Einsatz dieser Unterstützung bleibt mehr Zeit für den Kontakt zum Kunden im B2C-Bereich und die körperliche Belastung durch das Tragen schwerer Pakete entfällt. In der B2B-Zustellung werden zudem Roboter sowie langsame Flurförderfahrzeuge in der Innenstadt eingesetzt. Die Geschäfte verfügen über automatische Warenschleusen, welche die automatisierte Belieferung unterstützen. Die zunehmende Automatisierung innerhalb der Wirtschaftsverkehre führt im Ergebnis zu einer spürbaren Effizienzsteigerung im innerstädtischen Verkehr.

Autonome Zustellhilfen auf dem Boden etablieren sich

Zukunftsbild 2035: Größere Fahrzeuge sind komplett aus der Innenstadt verschwunden. Autonome Zustellhilfen sind in der Leipziger Innenstadt alltäglich. Sie bieten erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung, da die Parkplatzsuche entfällt und sich der Zusteller mehr auf den eigentlichen Zustellprozess fokussieren kann. Die Zustellhilfen ähneln langsamen Flurförderfahrzeugen, sind aber an die Belange der urbanen Logistikdienstleister angepasst und optisch attraktiv gestaltet. Sie ersetzen den Zusteller nicht, helfen ihm aber, seine Arbeit effizienter zu erledigen. Damit ist auch die Attraktivität des Berufsbildes wieder gestiegen. Leipzig nutzt außerdem das städtische Straßenbahnnetz für den Gütertransport. Von Sammelpunkten wie z.B. an der Messe, wird die Straßenbahn als Transportshuttle für Güter in die Innenstadt mitgenutzt. Die Feinverteilung erfolgt dann wieder durch Logistikdienstleister auf der Straße, die sich autonomer Zustellhilfen bedienen.

Als Standard etabliert sich im Zeitalter der E-Mobilität ein professionelles Ladesäulenmanagement. Anders als in der Vergangenheit sind im Jahr 2035 Abrechnung, Stecker und Ladesäulen zumindest in der EU standardisiert. Das Ladesäulenmanagement ist so effizient konzipiert, dass es durch das Internet of Things automatisch mit den notwendigen Geräten kommuniziert. Jedem Fahrzeug wird die nächstfreie Ladesäule angezeigt; teilautonome Fahrzeuge fahren selbstständig dorthin. Die Ladesäule ihrerseits meldet ständig den Ladezustand der angeschlossenen Fahrzeuge. Je weiter die Fahrzeuge in ihrem Autonomisierungsgrad voranschreiten, desto mehr Kommunikation mit anderen Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeug und Infrastruktur findet statt. Systeme zum echten Schnellladen bleiben allerdings teuer. Für die Logistikbranche sind daher Nachtlade- und

Professionelles standardisiertes Ladesäulenmanagement

Fahrzeugabstellzentren in der Nähe der Verteilzentren unverändert von zentraler Bedeutung.

Zukunftsbild 2035: Ladesäulen für batterieelektrische Fahrzeuge gehören in Leipzig als selbstverständliches Element zum Stadtbild. Die neu entstandenen Verteilzentren um den Innenstadtkern herum sind ausreichend mit Ladestationen ausgestattet und können herstellerunabhängig leichte und schwere Nutzfahrzeuge während des Be- und Entladeprozesses unkompliziert mit regenerativem Strom versorgen. Auch die Netze wurden entsprechend ertüchtigt und weisen die erforderliche Leistungsfähigkeit auf.

Neue automatisierte und digitale Verkehrsinfrastrukturen

Als Teil eines modernen Verkehrssystems rückt die Automatisierung immer mehr in den Vordergrund. Dies ist auch erforderlich, um den weiter zunehmenden Wirtschaftsverkehr in der Stadt zu bewältigen. Notwendig hierfür ist ein Umdenken im Bereich der Verkehrsinfrastrukturen, was auch neue Verkehrssysteme wie multifunktionale Tunnelsysteme für die Paketzustellung in den Städten nicht ausschließt. Aber auch bereits seit längerem getestete Konzepte wie Güterstraßenbahnen erleben eine Renaissance und erweitern Kapazitäten und Zustellfenster für die städtische Logistik. Im Gegensatz dazu haben sich Drohnen bis dato noch nicht zur Belieferung in den Städten durchgesetzt. Dies liegt zum einen an fehlenden luftverkehrsrechtlichen Genehmigungen, zum anderen an erheblich höheren Betriebskosten im Vergleich mit einer landgebundenen Zustellung. Fallweise, wie z.B. mit Sondergenehmigung in ländlichen, dünn besiedelten Regionen, kommen aber Drohnen für Lieferzwecke zum Einsatz.

Zukunftsbild 2035: In Leipzig wurde ein unterirdisches Tunnelsystem errichtet, das auf der Strecke vom Hauptbahnhof über den Markt weiter zum Wilhelm-Leuschner Platz und darüber hinaus dem Güter- und Warentransport dient. Ebenso wurde von Leutzsch kommend über das Elsterbecken vorbei am Rosental und die Innenstadt querend bis nach Reudnitz ein weiteres Tunnelsystem gebaut. Auch dieses wird erfolgreich betrieben.

Stadtnahe Verteilzentren als effiziente Ergänzung der urbanen Logistik

In und um die Stadtzentren haben sich günstig gelegene Logistikverteilzentren angesiedelt. Besonders interessant sind Standorte mit Zusanbindung sowie die Bereiche rund um logistische Aufkommensschwerpunkte. Die öffentliche Hand übernimmt dabei die übergeordnete Flächenplanung für die stadtnahen Verteilzentren und kümmert sich um die damit verbundenen Genehmigungen. Ziel dieser Verteilzentren ist ein effizienteres und flexibleres urbanes Logistikkonzept. In den Verteilzentren wird die Ware kommissioniert, umgeschlagen und/oder weiter feinverteilt. Innerhalb der Verteilzentren besteht die Möglichkeit zur Verknüpfung der Verkehrsträger, wobei elektrische Fahrzeuge bevorzugt behandelt werden. Für diese ist auch eine umfassende Ladeinfrastruktur vorhanden. Im gesamten Stadtbereich etablieren sich Paketstationen und Paketkästen in privaten Häuserkomplexen, in die der Zusteller die Pakete ablegen kann und der Kunde flexibel auf sein Paket zugreifen kann. Parallel hierzu entwickeln sich aber auch personenbediente Übergabepunkte in der Innenstadt, die von lokalen und fairen Anbietern betrieben werden, die auch in der Feinverteilung aktiv sind. So kommt es zu einem straßenzugbezogenen lokalen „White Labeling“.

Zukunftsbild 2035: Um die Leipziger Innenstadt herum haben sich Logistikverteilzentren angesiedelt, die von einer kommunalen Gesellschaft betrieben werden. Als Standort hat sich beispielsweise der Stadtteil Mockau-Süd mit seiner Nähe zur Leipziger Messe als besonders geeignet erwiesen. In allen Verteilzentren finden der Umschlag, die Sortierung und die Feinverteilung in die Innenstadt statt. Die Standorte haben gleichermaßen Umschlag- und Bündelungsaufgaben und sind Ladepunkte für batterieelektrische Fahrzeuge.

Treiber der Veränderung sind Kommunen, Handel, Gastronomie, Logistik und Automobilhersteller gleichermaßen. Sie stehen gemeinsam für eine marktgetriebene Entwicklung. Zahlreiche technische Innovationen durch die Fahrzeughersteller prägen das Fahrzeug. Alles passiert dabei in engem Austausch mit den Kunden. Innerhalb der Automobilwirtschaft kommt es gleichzeitig zu intensiven Kooperationen, welche die Bündelung von Innovationspotenzial ermöglichen und dadurch die Entwicklung zielgruppenspezifischer Produktinnovationen vorantreiben.

Gemeinsame Zustellkonzepte innerhalb der Logistikbranche gelten hingegen weiterhin als schwierig, da dem die erzielbaren Wettbewerbsvorteile auf der letzten Meile entgegenstehen. Allerdings setzen sich auch in der Logistik ressourcenseitige Sharing-Modelle durch, nicht zuletzt um Kosten zu sparen. Geteilt werden unter anderem Flächen in der Innenstadt und die Ladeinfrastruktur für Fahrzeuge, aber auch Dienstleistungen, wie z.B. die Datenverwaltung. Das Teilen von Flächen ermöglicht eine Optimierung der Flächennutzung in der Stadt. Flächen werden multioptional und marktgerecht belegt. Dies eröffnet die Möglichkeit, flexible Angebote für die Kunden bereitzustellen. Die Stadt wird zudem zum Ort für gemeinsame Betreibermodelle, etwa für Ladeparkplätze. Neben den bereits auf dem Markt etablierten Logistikunternehmen entstehen Nischenanbieter, die auf kleineren Märkten hochspezialisierte Produkte (wie z.B. Batterien) und Dienstleistungen (wie z.B. Lademanagement oder Flottenmanagement) anbieten. Der Markterfolg entscheidet sich über den Preis. Dadurch entsteht eine verschärfte Konkurrenz zwischen den Anbietern der Branche.

Erste Ansätze für Kooperationen auf der letzten Meile

Auf dem Fahrzeugmarkt ist die Elektromobilität kein Differenzierungsmerkmal mehr. Sie wird vom Kunden als Standard vorausgesetzt. Daher müssen Fahrzeughersteller weitere Add-ons anbieten, die den Kunden Mehrwerte bieten. Denkbar sind beispielsweise fair produzierte Batterien, besonders energieeffizienter Leichtbau oder leise Logistiklösungen. Die Automobilwirtschaft nutzt diese Chance und geht mit gutem Beispiel voran. Dies macht Eingriffe der Politik durch Subventionen oder Fahrverbote in das Marktgeschehen entbehrlich. Allerdings unterstützen die politischen Entscheider die Entwicklung, indem Logistikverkehre sowie Sharing-Konzepte bei der Planung und Entwicklung von Stadtquartieren mitgedacht und durch Anreizmaßnahmen gefördert werden. In diesem Sinne hat seitens der Stadtverwaltungen ein Umdenken stattgefunden.

E-Mobilität als Standard

Zukunftsbild 2035: Die Stadt Leipzig ist zu einem neutralen Akteur auf dem Logistikmarkt geworden und implementiert Betreibermodelle zur Bündelung des Wirtschaftsverkehrs. Von dieser Rolle der Stadt profitiert auch das Ladesäulenmanagement, dessen Ausbau koordiniert vorangetrieben wird.

Trotz eines umfassenden Technologieeinsatzes ist der Faktor Mensch im Wirtschaftsverkehr auf der letzten Meile nicht zu ersetzen. Der Kundenkontakt spielt weiterhin bei der Wareneinstellung eine wichtige Rolle. Der Online-Handel bleibt weiterhin auf starkem Wachstumskurs, wohingegen der klassische Einzelhandel in der Innenstadt immer weiter zurückgeht. Gewerbeflächen in den Innenstädten werden mehr und mehr als Showroom genutzt. Vollständig verschwindet der stationäre Handel jedoch nicht. Die Menschen schätzen und nutzen nach wie vor auch das Einkaufserlebnis, welches mit einem Besuch in die Innenstadt verbunden ist. Darin liegt unverändert ein Wettbewerbsvorteil der Stadt gegenüber dem Online-Shopping. Regionale Händler und Erzeuger werden von den Kunden vermehrt wahrgenommen und besser frequentiert, wodurch die Gesamtnachfrage nach Produkten aus der Region steigt. Diese werden allerdings parallel auch online vertrieben. Mit dem Onlinehandel werden neue Bezahlssysteme zum Standard, wobei Daten zu einer Art von Währung werden, die flexibel eingesetzt werden kann. Nur mithilfe einer breiten Datengrundlage kann die Wirtschaft ihr Portfolio an Produkten und Dienstleistungen adäquat weiterentwickeln und etablieren. Die Anbieter optimieren auf

Daten und IoT gewinnen an Bedeutung, ersetzen den Menschen aber nicht

Basis ihrer Kundendaten gezielt ihre Prozesse und gewinnen dadurch auch bei der Preisgestaltung einen gewissen Spielraum, sodass z.B. Lieferungen in nicht so stark ausgelasteten Zeiten oder Gebieten günstiger erfolgen können.

Zukunftsbild 2035: *Der Zustellprozess in der Leipziger Innenstadt wird durch autonome Zustellhilfen unterstützt, der Mensch wird aber nicht ersetzt. Er spielt nach wie vor eine große und bedeutende Rolle in der Logistik und bleibt gerade hinsichtlich des Kundenkontakts elementar.*

Ökologisches und Soziales
rücken in den Vordergrund

Die Reduzierung der Umweltbelastungen und damit einhergehend die Verbesserung der Lebensbedingungen in der Stadt für die Bürger sind das maßgebende Ziel der Stadtentwicklung. Es dominiert ein ganzheitlicher Ansatz, in dem verschiedenste Einflüsse berücksichtigt werden. So sind beispielsweise ein konsequentes Recycling z.B. von Batterien aber auch die Nutzung regenerativer Energiequellen Standard. Bei der Herstellung von Batterien stehen neben ökologischen vermehrt auch soziale Aspekte im Vordergrund. Auch die Hersteller batterieelektrischer Fahrzeuge haben die Aufgabe, die Umweltbelastungen für Mensch und Natur so klein wie möglich zu halten. Diesel sowie weitere nicht regenerative Kraftstoffe werden bedeutend teurer und stellen keine attraktive Alternative mehr dar. Die CO₂-Grenzwerte sind deutlich gesunken. Beides gemeinsam verhilft der E-Mobilität in den Städten zum breitflächigen Durchbruch. Parallel hierzu entwickeln sich attraktive Leasingangebote für E-Fahrzeuge auf dem Markt, unterstützt durch fundierte Berechnungswerte für die Restwertschätzung. Auch ein Zweitmarkt für E-Fahrzeuge hat sich gebildet und etabliert.

Zukunftsbild 2035: *Leipzig hat kontinuierlich in die Infrastruktur für die E-Mobilität investiert und hat u.a. ein standardisiertes Ladesäulenmanagement für leichte und schwere Nutzfahrzeuge aufgebaut. Ökologisches und Soziales rücken damit in den Vordergrund der Kommunalpolitik.*

4.1.2.2 Szenario 4: „Emissionsarme Stadtlogistik als kommunalpolitische Aufgabe“

Im Hinblick auf die Lebensqualität und Gesundheit der Bevölkerung steht die nachhaltige Reduzierung der Schadstoffbelastung im Fokus der kommunalpolitischen Entscheidungen. So entwickelt die Politik Maßnahmen zur Luftreinhaltung, die sich in Verboten, z.B. dem Einfahrtsverbot für Dieselfahrzeuge in die Innenstadt äußern. Dadurch fördern die Städte indirekt die Entwicklung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebsarten, da insbesondere Unternehmen der Transportbranche gezwungen sind, auf alternative Fahrzeuge umzusteigen. Dies hat zu einem verbesserten Angebot der Automobilindustrie geführt: So ist es seit einigen Jahren möglich, E-Fahrzeuge und Flotten für einen bezahlbaren Preis zu leasen und zu kaufen, da mit der steigenden Nachfrage die Produktionskosten pro Fahrzeug gesenkt werden konnten.

Zukunftsbild 2035: Die Bevölkerungsanzahl in Leipzig ist kontinuierlich gewachsen, womit sowohl das Individual- als auch das Güterverkehrsvolumen weiter angestiegen ist. Zusätzlich hat der steigende Anteil des Onlinehandels diese Entwicklung verstärkt. Dies hatte zu Flächenverknappungen und steigende Nutzungskonkurrenzen zur Folge, die die städtischen Akteure vor große Herausforderungen stellten. Zum anderen musste etwas passieren, damit die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger trotz des erhöhten Verkehrsaufkommens gewahrt werden konnte. Bezüglich beider Aspekte hat die Kommunalpolitik regulierend eingegriffen, um das Ziel der autoarmen Innenstadt zu erreichen.

Auf politischer Ebene haben sich die staatlichen Förderprogramme für E-Mobilität weiterentwickelt. So erfolgten in den letzten fünfzehn Jahren umfassende Investitionen in Forschung und Entwicklung, in die Etablierung und Standardisierung notwendiger Ladinfrastruktur sowie in Mobilitätskampagnen, die sich an Bevölkerung und Unternehmen gerichtet haben.

Zukunftsbild 2035: Die Ausweitung der Akzeptanz der E-Mobilität erfolgte in Leipzig durch politischen Druck, aber gleichzeitig auch durch politisch gesetzte Anreize. Insbesondere die kommunalpolitischen Akteure haben mit der Bereitstellung der nötigen Infrastruktur (Lademöglichkeiten, Stromversorgung) einen großen Anteil an der erfolgreichen Verbreitung der E-Mobilität in der Stadt.

Trotz kontinuierlicher Forschung und Entwicklung sowie politischer Unterstützung hat sich die batteriegetriebene E-Mobilität nicht flächendeckend auf dem Markt durchgesetzt. In bestimmten Bereichen, in denen sich andere alternative Antriebsarten wirtschaftlicher einsetzen lassen, ist das batterieelektrische Fahren ohne praktische Relevanz. So werden im Jahr 2035 beispielsweise Pkws vorwiegend batterieelektrisch betrieben, da diese mittlerweile in fünf Minuten für eine Reichweite von 400 km nachgeladen werden können. Das induktive Laden hat sich aufgrund der nach wie vor sehr hohen Aufwände und Kosten hingegen nicht durchgesetzt. Emissionsarme schwere Lkw werden mit Wasserstoff betankt, wofür im Jahr 2035 auch genügend Tankstellen innerhalb und außerhalb der Städte bereitstehen.

Im Gegensatz zur fördernden Haltung in Bezug auf die E-Mobilität wird die Datennutzung politisch strikt eingeschränkt. Durch strenge Datenschutzbestimmungen, die von übergeordneten politischen Ebenen auf EU- und Bundesebene erlassen werden, ist das Teilen von personenbezogenen Daten durch Dritte im Jahr 2035 kaum noch möglich. Dadurch sind die Unternehmen der Logistikbranche auf lokaler Ebene beispielsweise nicht in der Lage, eine gemeinsame Datenplattform aufzubauen und ihre Prozesse selbst mittels Kooperationen zu optimieren. Alle Prozesse, die personenbezogene Daten betreffen, müssen vertraglich geregelt sein und zentral gesteuert werden. So wird auch der

Förderung der E-Mobilität
durch Politik und Markt

Grenzen des Einsatzes batterieelektrischer Systeme

Einschränkung der Prozessautomatisierung aus Datenschutzgründen

Einsatz autonomer Fahrzeuge durch die strikten Datenschutzregelungen eingeschränkt. Aufgrund der komplexen Anforderungen an die städtische Infrastruktur, der anspruchsvollen IoT-Kommunikation in Echtzeit und die schnellen technischen Entwicklungen sind autonome Fahrzeuge der Stufe 4 und 5 im urbanen Straßenraum im Jahr 2035 nicht einsetzbar.

Zukunftsbild 2025: Die Kunden wünschen sich eine höhere Flexibilität in der Paketzustellung. Aufgrund der strikten datenschutzrechtlichen Bestimmungen wird dies durch bauliche Maßnahmen umgesetzt, indem immer mehr unabhängige Paketstationen an den Wohngebäuden und Unternehmensstandorten in Leipzig aufgestellt werden. An diesen können die Endkunden unabhängig von der Uhrzeit ihre Sendungen abholen und aufgeben.

Kommunale flexible Steuerung der Flächennutzung

In Bezug auf die zunehmende Flächenverknappung regeln die Städte selbst, für welchen Zweck Flächen im öffentlichen Raum zu welcher Uhrzeit und von welchen Akteuren genutzt werden (dürfen). Davon sind insbesondere öffentliche Stellplätze betroffen, von denen eine Vielzahl tagsüber den Unternehmen der Transportbranche, der Sozialdienste und des Handwerks zur Verfügung steht. So wirken Städte indirekt einer Zunahme der verfügbaren Privat-Pkw in den Haushalten entgegen.

Zukunftsbild 2035: Die Stadt Leipzig hat ein Mikrodepot in der Nähe des Busbahnhofs am Rande der Innenstadt eingerichtet. KEP-Dienstleister und Speditionen liefern ihre Sendungen dort zeitlich abgestimmt an und ein unabhängiges Unternehmen, das in einem Wettbewerbsverfahren den Zuschlag erhalten hat, übernimmt die Sortierung und emissionsarme Feinverteilung der Pakete. Alle fünf Jahre schreibt die Stadt diese „White Label“ Aufgabe neu aus. Für die Belieferung der Lebensmittelgeschäfte sowie das Ausliefern von anderen verderblichen oder sperrigen Waren können Sondergenehmigungen beantragt werden. Verpflichtend ist jedoch, dass die Belieferung in der Innenstadt mit emissionsarmen Fahrzeugen vonstattengeht. Um den Lieferprozess zu beschleunigen, wurden gemeinsam von Stadt und ansässigen Händlern bzw. Dienstleistern Warenschleusen eingerichtet, um die Lieferung auch unabhängig von den Öffnungszeiten der Betriebe durchführen zu können. Die Kosten des Umbaus wurden von Bund und Land gefördert.

Steuerung des Wirtschaftsverkehrs als kommunalpolitische Aufgabe

Die Regulierungsfunktion kommunalpolitischer Akteure ist mit einer Anpassung des politischen Stellenwerts der Logistik in Deutschland möglich geworden. Der seit den 2010er Jahren kontinuierlich ansteigende Bevölkerungs- und Verkehrsdruck in den deutschen Städten hat dazu geführt, dass diese eine größere politische Handhabe beim Bund einfordern. So ist es seit dem Jahr 2025 möglich, dass Kommunen selbst über regulative Maßnahmen bestimmen und eine aktive Rolle bei der Ausgestaltung von Geboten und Verboten einnehmen.

Autonome Systeme zur B2B-Belieferung abseits der Straße

In den Fällen, in denen keine personenbezogenen Daten benötigt werden bzw. in denen vertraglich fixierte Vereinbarungen getroffen wurden, kommen außerdem automatisierte Systeme zum Einsatz, die zur Entwicklung einer autoarmen Innenstadt beitragen: Zum einen ist mittlerweile die automatisierte unterirdische Warendistribution zur B2B Belieferung in Tunnelsystemen gängig. Diese Tunnellösungen werden von einem Dienstleister betrieben, der die Warenanlieferung steuert und die Distribution übernimmt. Gesteuert wird dieses Angebot durch die Städte. Zum anderen finden Pilotprojekte statt, in denen der Einsatz von Drohnen für die (noch unternehmensinterne) Warendistribution im urbanen und suburbanen Raum getestet wird. Dafür schaffen die Behörden Sondernutzungsgenehmigungen und unterstützen damit die technische Weiterentwicklung und Optimierung.

Zukunftsbild 2035: Für die Stadt Leipzig stellen der Wirtschaftsverkehr und die Logistik einen Teil der Daseinsvorsorge dar, der auch seitens der kommunalen Akteure gesteuert werden muss. Nur mit diesem Wandel des kommunalen Selbstverständnisses war es möglich, die Funktionalität der Stadt und die Lebensqualität der Bürger zu erhalten. Die anfänglichen Befürchtungen der KEP-Dienstleister in Bezug auf eine White Label Lösung zur Innenstadtbelieferung konnten mit den ersten Pilotprojekten widerlegt werden: Aufgrund der regelmäßigen Neuvergabe der Feinverteilungsaufgabe stehen die KEP-Dienstleister seit dem Jahr 2030 unter einem größeren Konkurrenzdruck denn je.

Eine Gegenentwicklung zum steigenden internationalen Online-Handel stellt das steigende Bewusstsein der Kunden für regionale Produkte dar. Das, was vor Ort konsumiert werden kann, wird von den Bürgerinnen und Bürgern auch vor Ort – am liebsten direkt beim Erzeuger – gekauft. Der Prozess der „Glokalisierung“ ist im Jahr 2035 anschaulicher denn je. Dieses Kundenverhalten führt zu einem wieder steigenden Fußgängerverkehr in der Stadt, der auch damit einhergeht, dass innerstädtisch wieder mehr Verkaufsstellen eingerichtet und Treffpunkte geschaffen werden.

Regionalbewusstsein prägt
Kaufentscheidungen

4.1.3 München

Ausgangssituation

Ausgangssituation: München ist mit rund 1,55 Mio. Einwohnern im Jahr 2018 die drittgrößte Stadt Deutschlands. Bis 2035 wird die Bevölkerungszahl voraussichtlich auf über 1,85 Mio. Einwohner ansteigen. München gilt aufgrund seines hohen Freizeitwerts im innerstädtischen Raum, aber auch aufgrund der Nähe zu den Alpen als eine der lebenswertesten Städte Europas. Daher ist die Metropole und ihr Umland auch ein besonderer Magnet für Touristen. Zur hervorragenden wirtschaftlichen Situation der Stadt tragen auch zahlreiche Unternehmen bei, die sich in München angesiedelt haben. Der historisch gewachsene Stadtkern kombiniert mit dichter Neubebauung in und um München herum stellt aber auch eine erhebliche Herausforderung für den Verkehrsfluss dar. Sowohl der Wirtschaftsverkehr als auch der ÖPNV sind in München auf Grund der ganztägigen Überlastung der Verkehrswege am Rande der Funktionsfähigkeit angelangt. Ganztägige Staus mit entsprechend negativen Auswirkungen auch auf den Wirtschaftsverkehr sind zum Regelfall geworden.

4.1.3.1 Szenario 5: Nachhaltigkeit als Leitlinie der Stadtlogistik

Effizienzsteigerung durch automatisierte Zustellung

Neue Verpackungskonzepte schaffen eine wichtige Voraussetzung für die Automatisierung der innerstädtischen Logistik. Kleinstmögliche Verpackungsvolumina bei gleichzeitig hoher Stabilität und Schutzwirkung werden zum Standard. Damit sinken die Anforderungen an das Umschlags-Handling, was wiederum die Möglichkeiten zur Automatisierung positiv beeinflusst. Dies ermöglicht auf der letzten Meile in der Innenstadt den Einsatz autonomer Routenzüge oder Zustellfahrzeuge. Die Routenwahl erfolgt unter Nutzung von Big Data Services. Parallel hierzu entstehen – ebenfalls auf der Basis von Daten – völlig neue multioptionale Nutzungsformen für Flächen und neue Prozesse im Wirtschaftsverkehr. Die etablierten Unternehmen müssen sich anpassen, um weiterhin auf dem Markt bestehen zu können.

Zukunftsbild 2035: *In der Münchner Innenstadt hat die Effizienz der Zustellprozesse in den Fußgängerzonen stark zugenommen. In der Sendlinger Straße und der Kaufingerstraße kommen nur noch batterieelektrische E-Fahrzeuge zum Einsatz, die über eine ausreichende Reichweite verfügen, sodass der Fahrer bedenkenlos seine Zustellungen durchführen kann. Außerdem sind in den relevanten Bereichen vermehrt Ladezonen im Innenstadtbereich ausgeschildert, sodass eine geschäftsnaher Be- und Entladung erfolgen kann und damit Zeit gespart wird. Für die Zustellung zum Einsatz kommen Routenzüge mit zum Teil mehreren Anhängern, die sich auch als Mikrodepots eignen. Die Routenzüge lassen sich je nach Situation erweitern oder verkürzen und verfügen über eine reguläre Straßenzulassung.*

Das Fahrzeug wird zur Umschlagsbasis

Ergänzend zu ortsfesten Lagern im urbanen Raum werden große Lieferfahrzeuge als Umschlagspunkte eingesetzt. In die Stadt eingefahren wird nachts oder früh am Morgen. Die Zustellung auf der letzten Meile erfolgt dann mit Lastenrädern oder mit (teilautonomen) Elektrofahrzeugen. Als Anreiz für den vermehrten Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antriebsformen im Lieferverkehr werden diese bei der Nutzungszulassung für die City HUBs bevorzugt. Logistikdienstleister, die diese Kriterien nicht erfüllen, müssen ihre Ware für die letzte Meile am Stadtrand umschlagen.

Zukunftsbild 2025: *In München wurde das Parkraummanagement aktualisiert, modernisiert sowie zugunsten batterieelektrischer E-Fahrzeuge modifiziert. Verstöße werden regelmäßig geahndet, hohe Strafen verhängt und unmittelbar vollstreckt. Da die Mietpreise in der Innenstadt extrem hoch und Flächen knapp sind, gehört die Zukunft flexiblen Umschlagspunkten, welche die festen Logistikumschlagsflächen abgelöst haben. Diese Umschlagspunkte sind zum Teil auch das Nutzfahrzeug selbst, das so mehr ist als nur ein „Fahrzeug“.*

Nachhaltigkeit in der Logistik wird vom Schlagwort zum echten Wettbewerbsvorteil. Wichtig für den Kunden ist hierbei, dass das Unternehmen glaubwürdig ist. Die Zertifizierung der Nachhaltigkeit ist daher zum Standard geworden. Sie bildet die Basis eines stabilen Vertrauensverhältnisses zwischen Kunde und Unternehmen. Die Kunden achten dabei sowohl auf die Art des Antriebes der eingesetzten Fahrzeuge als auch auf die Arbeitsbedingungen in der Logistik. Logistikdienstleister sind daher faktisch gezwungen, alternative Antriebsformen einzusetzen. Da das batterieelektrische Fahren nicht in allen logistischen Anwendungen wirtschaftlich einsetzbar ist, entwickeln sich kontinuierlich neue Lösungen, die in der Stadt getestet werden. Reallabore machen diese Versuche für die Bürgerinnen und Bürger erlebbar.

Fokus auf Nachhaltigkeit in der Logistik

Viele Fahrzeuge mit neuen Antriebskonzepten weisen unverändert eine geringere Reichweite auf als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Daher muss der Fahrer vorausschauend fahren, um Ressourcen zu schonen. Das Ergebnis sind optimierte Routen und CO₂-ärmere Touren. Die Unternehmen arbeiten zur weiteren Förderung der Nachhaltigkeit mit Bonussystemen für Fahrer, die ökologische Faktoren berücksichtigen. Zudem werden die Fahrzeuge vermehrt technisch so eingestellt, dass der CO₂-Ausstoß gesenkt wird.

Angepasste Routenplanung an Fahrzeugtypen und Antriebsarten

Die Kunden legen großen Wert auf faire Arbeitsbedingungen in der Logistik. Autonome Systeme gelten daher als Hilfen, die nur begrenzt im Wirtschaftsverkehr eingesetzt werden. Dem Faktor Mensch kommt nach wie vor eine tragende Rolle zu. Aufgrund der dafür notwendigen Infrastrukturen sind autonome Systeme im städtischen Kontext nur in bestimmten Stadtvierteln einsetzbar, die zunächst hierfür neu ausgerüstet oder umgerüstet werden müssen. Durch das sogenannte „City-to-Share-Denken“ nehmen die Einsatzbereiche und damit der Gesamtnutzen der Automatisierung mit der Zeit aber zu. Ähnlich einem Treuepunktesystem wird es für alle Akteure möglich sein, Nachhaltigkeitspunkte zu sammeln. Mit den gesammelten Punkten sind Prämien einlösbar oder Sonder Vorteile z.B. bei der Belieferung erreichbar. Kontrolle und Transparenz der Aktivitäten werden durch innovative Kryptowährungen sowie die Blockchain-Technologie ermöglicht.

Die verschiedenen Nachhaltigkeitsaktivitäten ermutigen die Kommunalverwaltungen, sich vermehrt für eine „Grüne Politik“ ohne Angst vor Gegenprotest einzusetzen. Dies umfasst auch eine intensive Kommunikation der Stadt mit der Bevölkerung zu Nachhaltigkeitsfragen.

Soziales Miteinander steht im Vordergrund

Zukunftsbild 2035: *Das Nachhaltigkeitsbewusstsein in der Bevölkerung hat sich verändert. In den letzten Jahren ist ein gesellschaftlicher Wandel gelungen, weg vom Fokus auf den günstigsten Preis hin zu einem bewussten Einkaufsverhalten. Nachhaltigkeit steht im Vordergrund und verlangt von den Unternehmen glaubwürdige Darstellungen ihrer gesamten Aktivitäten. Gleichzeitig sind die Kunden bereit, Nachhaltigkeit nicht nur zu fordern, sondern auch einen höheren Preis hierfür zu bezahlen.*

Digitalisierung und Technisierung verstärken bei den Bürgerinnen und Bürgern das Bedürfnis nach sozialen Treffpunkten. Neue soziale Treffpunkte entstehen sowohl im öffentlichen Raum als auch auf privat oder gewerblich genutzten Flächen. Der Einzelhandel greift diese Entwicklung auf und schafft Angebote, in denen das soziale Erlebnis im Vordergrund steht und mit dem Konsumerlebnis verknüpft wird. Der stationäre Handel grenzt sich so vom Onlinehandel ab. Die Logistik unterstützt diesen Trend, indem sie gemeinsame Zustellorte einrichtet, die mit einem Zusatznutzen für die Kunden verbunden sind. Parallel hierzu werden die Kunden selbst zu Akteuren in der Logistikkette, indem sie beispielsweise Waren für andere mitnehmen oder zwischenlagern.

Zukunftsbild 2035: Die Idee des gesellschaftlichen „Zusammenkommens“ ist auf allen Ebenen etabliert: Ob bei der Gestaltung von öffentlichen Plätzen, beim Einkaufen oder im Zustellprozess: Wichtig ist der Austausch untereinander und das Zusammenkommen der Bürger. Veränderung und Gestaltung entwickelt sich auch bei Stadtplanung und -entwicklung aus Bürgerinitiativen heraus.

Das klassische Parkhaus hat ausgedient

Der Anstieg des Wirtschaftsverkehrs hat in der Innenstadt vermehrt zum Einsatz von Mikro-Hubs geführt. Genutzt wird eine Chance, die durch die Zunahme von Sharing-Modellen im Individualverkehr entsteht. Diese führen dazu, dass weniger Parkfläche benötigt wird und vorhandene Flächen neu strukturiert werden können. Teile der Parkhäuser werden vermehrt als Hub für die letzte Meile im urbanen Raum eingesetzt.

Zukunftsbild 2035: Das Parkhaus im klassischen Sinne hat in München ausgedient. Parken wird mit innovativen Ideen neu gedacht. Die Parkhäuser in der Innenstadt werden gleichermaßen als Parkflächen, zur Warenausgabe wie auch als Umschlagpunkte für die Stadtlogistik genutzt. Die erforderlichen Deckenhöhen wurden durch bauliche Maßnahmen geschaffen oder bei der Fahrzeugentwicklung berücksichtigt. Das Parkhaus ist zu einem Sharing- und Verteilzentrum in der Innenstadt geworden. Die Dachterrasse bzw. das oberste Stockwerk eines Parkhauses wird als sozialer Treffpunkt genutzt. Es entstehen darauf Eventflächen für die Gastronomie, Kulturveranstaltungen oder andere Initiativen.

Eigenständiges Handeln der Kunden im Vordergrund

Das steigende Bewusstsein der Kunden für eine nachhaltige Logistik bringt Prozess- und Produktinnovationen hervor, für die die Kunden wiederum bereit sind, einen gewissen Preis zu bezahlen. Unterstützt wird dieses Umdenken durch Anreize, Marketing und Überzeugungsarbeit seitens aller beteiligten Akteure. Die Menschen lernen, wieder vermehrt den Fokus auf die Entwicklung der Gesellschaft zu legen, und nicht nur auf sich selbst und ihr eigenes Handeln.

Bürgerinnen und Bürger als Stadtgestalter

Kontroll- und Beteiligungskonzepte sind dezentral und individuell organisiert. Durch den zunehmenden Wandel hin zu einer direkteren Demokratie treten Politik und Stadt als stiller Beobachter in den Hintergrund, da die Bürger Ihre Ideen selbst einbringen und umsetzen. Die Stadt stellt lediglich die Infrastruktur dafür bereit und erlaubt es der Gesellschaft offene Räume eigenverantwortlich zu gestalten. Wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass alle Akteure zusammenarbeiten und eine transparente Kommunikation besteht. Hierbei tritt der interessierte Bürger immer mehr in den Vordergrund. Mit dem Zusammenspiel von Angebots- und Nachfrageseite im Wirtschaftsverkehr gehen eine Optimierung der Prozesse und ein Einsatz alternativer Kraftstoffe einher, die zu einer Verkehrs- und Emissionsreduktion in der Stadt führen. Kommunale Regulierungen oder Anreizmaßnahmen werden so hinfällig.

Zukunftsbild 2035: Die Initiierung von stadtgestaltenden Maßnahmen durch die Stadtpolitik selbst ist in den Hintergrund gerückt. Die Bürger sind sich ihrer Rolle mehr denn je bewusst, „Gestalter der Stadt“ zu sein. Sie nehmen die Verantwortung an, Bedürfnisse zu identifizieren, zu kommunizieren und auch gemeinsam umzusetzen. Mit Flächen wird verantwortungsbewusst umgegangen. Freiflächen werden nicht sofort wieder mit neuen Ideen überbaut. Die Stadtentwicklung erfolgt durchdacht in einem partizipativen Prozess, in dem die Dinge zunächst in den Händen der Bevölkerung liegen und Entwicklungen ein angemessener Zeit- und Gestaltungsspielraum gegeben wird.

Der Handel erfindet sich neu

Der zunehmende Rückzug des Einzelhandels aus den Innenstädten führt dazu, dass Immobilien in den Innenstädten wieder verstärkt für Wohnraum, Büros und Gastronomie

genutzt werden. Einzelhändler betreiben oftmals nur kleinere Showrooms im Stadtzentrum und siedeln sich mit Einkaufs- und Erlebniszentren zunehmend am Stadtrand an. Aber auch die Versorgung dieser Showrooms in der Innenstadt muss gewährleistet sein. Der stationäre Handel ist mehrheitlich gleichzeitig auch auf Onlineplattformen präsent. Bestellte oder im Showroom ausgewählte Ware wird aber zunehmend nicht mehr zum Endkunden nach Hause geliefert, sondern an zentrale Pick-Up-Points, um eine kosteneffiziente Bündelung von Warenströmen zu erreichen und die Wege im Lieferverkehr zu reduzieren. Bestellungen werden aber auch zunehmend direkt an den Arbeitsplatz geliefert. Auch dies führt zu Bündelungseffekten.

Zukunftsbild 2035: Die Fußgängerströme in der Münchner Innenstadt sind zurückgegangen. Durch den weitgehenden Rückzug des stationären Handels ist dringend benötigter neuer Wohnraum in der Innenstadt entstanden. Die Innenstadt wird zunehmend von der Einkaufsmeile zum sozialen Treffpunkt für alle Gesellschaftsschichten. Gastronomiebetriebe und Einwohner/innen nutzen für die tägliche Versorgung innovative Logistikkonzepte, die auch vorsehen, dass Waren per Bus und Bahn geliefert werden.

Die neuen Prozesse sowie die Lösungen zur Flächennutzung basieren auf Echtzeitdaten sowie Open Data Plattformen, was eine bessere Planbarkeit, Transparenz und Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren entlang der Logistikkette und den Kommunen ermöglicht. Die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Daten wird so zu einem zentralen Kriterium für die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen.

Datenqualität wird zum Wettbewerbsvorteil

Zukunftsbild 2025: Die Bevölkerung in München hat den technischen Wandel akzeptiert und steht dem Sharing von Daten offen gegenüber. Sie sieht das Potenzial zu einer Verbesserung der unterschiedlichsten Prozesse und gewichtet diese Chancen höher als datenschutzrechtliche Bedenken. Durch diese Bereitschaft wird eine hohe Qualität der Daten sichergestellt, und der Nutzen datenbasierter Geschäftsmodelle kann sich voll entfalten.

4.1.3.2 Szenario 6: „Die Stadt definiert sich neu“

Zukunftsbild 2025: Die Bevölkerungsanzahl in München und Umland ist stetig weitergewachsen. Dadurch ist eine starke Verflechtung mit dem Umland entstanden, die sich bis in die umliegenden Oberzentren Rosenheim, Ingolstadt und Augsburg ausdehnt. Sowohl die Ein- als auch die Auspendlerströme der Kernstadt haben extrem zugenommen.

Subventionen als Basis für E-mobile Flotten

Um die Emissionswerte in den Städten zu reduzieren hat die Bundesregierung ein Anreizsystem entwickelt, das die Elektrifizierung von Flotten im Wirtschaftsverkehr vorantreibt. So wird beispielsweise der Austausch eines konventionellen Nutzfahrzeuges gegen ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug über mehrere Jahre hinweg subventioniert. Dies hat die Innovationen im Fahrzeugbau weiter vorangetrieben, sodass heute verschiedenste, auf die jeweilige Nutzung optimierte Fahrzeuge sowie Antriebsarten auf dem Markt verfügbar sind.

Batteriegetriebene E-Mobilität in topographisch geeigneten Räumen

Da die batteriegetriebene E-Mobilität nicht in allen Städten, Branchen und Prozessen sinnvoll und wirtschaftlich einsetzbar ist, ist sie nicht die einzige alternative Antriebsform, die im Jahr 2035 zum Einsatz kommt. Dort wo vor allem topographisch die Voraussetzungen für den Einsatz der batteriegetriebenen E-Fahrzeuge gegeben sind, wird diese Antriebsform aber flächendeckend genutzt. Dazu hat auch das Einrichten von so genannten Mobilitätsstationen seitens der Städte geführt, die Lademöglichkeiten und Sharing-Optionen für Unternehmen und Bürgerschaft auf ehemaligen Parkierungsflächen bieten.

Kommunalpolitik regelt die Mobilitätsentwicklung

Um die Lebensqualität für die Bürgerinnen und Bürger im urbanen Raum zu sichern, haben sich die politischen Akteure in der Verantwortung gesehen, regulierend in den Markt einzugreifen. Hierdurch sind umfassende und von der Politik aktiv vorangetriebene urbane Mobilitätskonzepte entstanden. Es wurden klare politische Aussagen zu den städtischen Zielen und Maßnahmen in Bezug auf die Verkehrsentwicklung in den nächsten Jahrzehnten getroffen, die die Verwaltung und die Wirtschaft gleichermaßen mitgetragen haben. So ist es gelungen, Mobilitätskonzepte zu entwickeln, die für die gesamte Stadtlandschaft eine erhebliche Verkehrsbelastung mit sich bringen. Dies war möglich, da mittlerweile die rechtlichen Grundlagen der EU und des Bundes dahingehend geändert wurden, dass die kommunale Selbstverwaltung auch in Bezug auf Mobilitätsaspekte (z.B. Einrichten von Fahrverboten) greift. Somit haben die Städte eine sehr viel größere Entscheidungsbefugnis, z.B. auch in Bezug auf die Bepreisung von Flächen oder die Privilegierung bestimmter Antriebsformen.

Zukunftsbild 2025: Mit dem Fixieren eines Mobilitätskonzeptes konnte die Stadt auch private Investoren davon überzeugen, in nötige Infrastrukturen wie z.B. Mobilitätsstationen, zu investieren. Eine zentrale Größe der Erstellung des Mobilitätskonzeptes waren partizipative Prozesse zwischen Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft. Auch heute werden die aktuellen mobilitätsbezogenen Stadtentwicklungsvorhaben weiterhin durch die sich im Erarbeitungsprozess gebildete Lenkungsgruppe begleitet.

City-Maut und Parkflächenbepreisung als Schlüssel zum Erfolg

Basierend auf den entwickelten Ideen im Mobilitätskonzept wurden – wo nötig – City-Maut Systeme in den Innenstädten eingeführt. Die daraus erwirtschafteten Mittel kommen jeweils der Verbesserung des kommunalen Mobilitätsangebotes zugute. Vorbild war das bereits in den 2010er Jahren bestehende Londoner Modell, welches die Mautgebühren nach Antriebsarten differenziert. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren zahlen einen sehr hohen Preis für die Einfahrt, emissionsarme Fahrzeuge einen niedrigeren. Nur für solche Fahrzeuge, die dem Gemeinwohl dienen und aufgrund ihrer Spezifikationen

noch nicht mit alternativen Antriebsarten betrieben werden können (z.B. bestimmte Baustellenfahrzeuge), existieren Sondergenehmigungen. Die Mehrkosten, die dadurch für Zusteller und Dienstleister entstehen, werden auf die Kunden, sowohl die Versender als auch die Empfänger, übertragen und äußern sich in detailliert aufgeschlüsselten Versandkosten. Der kostenlose Versand gehört der Vergangenheit an. Im Jahr 2035 akzeptieren die Kunden wieder, einen Preis für eine Lieferung zu zahlen. Da die Online-Kommunikation und der Online-Handel nach wie vor ein fester Bestandteil der Absatzkette sind, geht die Nachfrage trotz der höheren Kosten nicht zurück.

Auch in Bezug auf den ruhenden Verkehr, der bereits seit Ende der 2010er Jahre in vielen innenstadtnahen Vierteln zu einem ernsthaften Problem geworden ist, erheben die Städte – seitdem es rechtlich möglich ist – je nach Nutzungsform (Individualverkehr, Gewerbetreibende, öffentlicher Verkehr) sowie räumlicher und zeitlicher Auslastung differenzierte Parkflächenpreise im öffentlichen Raum. Das Einhalten dieser Regeln wird mittels baulicher und digitaler Kontrollsysteme streng kontrolliert. So ist die Nutzung einer Parkierungsfläche beispielsweise für Zusteller und Handwerker günstiger als für Privatpersonen.

Zukunftsbild 2025: In München gibt es die Lizenzen des Anwohnerparkens in ihrer alten Form nicht mehr. Die Bürger, die ein eigenes Auto in der Innenstadt halten wollen, müssen dementsprechend bei der Anmeldung dafür zahlen oder Parkflächen im privaten Raum vorweisen. Eine Alternative bieten die lokalen Car-Sharing Systeme, für die seit dem Jahr 2025 Sonderparkplätze eingerichtet wurden und die bis zum Jahr 2035 flächendeckend in der Kernstadt sowie im Umland verfügbar sind.

Diese Formen der Regulierung in Form von Maut und Parkflächenbepreisung schlagen sich in den Prozessen der Unternehmen der Logistikbranche nieder. War im Jahr 2020 die Forderung nach innerstädtischen Umschlagflächen noch groß, so sind die Verteilzentren nun außerhalb der Innenstadt zu finden. Von dort aus werden die Waren mit emissionsarmen – und somit günstigeren – Fahrzeugen in die Innenstadt gebracht. Diese Fahrzeuge sind nicht zwingend von kleinerer Größe. Vielmehr setzen die Unternehmen darauf, mit so wenigen Fahrten wie möglich auszukommen. Diese größeren Fahrzeuge werden innerhalb der Innenstadt deshalb auch als mobile Mikrodepots verwendet, da sich stationäre City-Hubs aufgrund der Nutzungskonkurrenzen im öffentlichen Raum nicht durchsetzen konnten und insbesondere für die KEP-Dienstleister nicht wirtschaftlich waren. Dies haben die Ergebnisse der wissenschaftlich begleiteten Pilotprojekte aus den 2010er und 2020er Jahren gezeigt.

Zukunftsbild 2035: In den engen Straßen und verwinkelten Vierteln Münchens, z.B. im Glockenbach- und Schlachthofviertel, erfolgt die Feinverteilung auf der letzten Meile mit kleineren emissionslosen Fahrzeugen wie E-Lastenrädern und nutzungsoptimierten Sackkarren, ausgehend vom aktuellen Standort des mobilen Depots. Für längere Standzeiten stehen diesen Fahrzeugen gegen eine Mietgebühr die tagsüber wenig genutzten Flächen in privaten Parkhäusern zur Verfügung, die baulich an die Anforderungen der eingesetzten Fahrzeuge angepasst wurden. Die Stadt unterstützt diese Logistiklösung, indem sie mittels eines umfassenden Informationssystems für Verständnis bei Bürgerinnen und Bürgern sowie anderen Verkehrsteilnehmern sorgt.

Mit dem Streben nach Bündelungseffekten treten zudem die Unternehmen des Wirtschaftsverkehrs in Absprache zueinander. So ist beispielsweise eine feste, jedoch nicht vorgeschriebene Zeiteinteilung entstanden, die das Verkehrsaufkommen optimiert. Mittels digital gestützter Services ist es für Logistikdienstleister und andere Unternehmen des Wirtschaftsverkehrs möglich, sich bezüglich der Einfahrt in enge und verkehrssensitive Straßenzüge abzustimmen. Auch die Belegung von Lieferzonen im öffentlichen

Multioptionalität der Fahrzeuge im Wirtschaftsverkehr

Digitalisierung revolutioniert den Zustellprozess

Raum wird durch die Logistikdienstleister selbst koordiniert, sodass kaum noch Wartezeiten für die Dienstleister entstehen. Die Unternehmen haben sich darauf geeinigt, hierfür eine gemeinsame Plattform zu nutzen, mithilfe derer die Parkierungsflächen- und Ladezonenbelegung im öffentlichen Raum geplant und somit die Prozesse optimiert werden können. Die Städte haben dazu einen wesentlichen Beitrag geleistet, indem sie die beteiligten Akteure zum Austausch aufgefordert haben. Auch die Bürgerinnen und Bürger haben ihren Anteil dazu beigetragen, indem die Nachfrage nach unabhängigen Paketstationen immer stärker gestiegen ist, und damit Zweit- oder Drittzustellversuche unnötig geworden sind. Als größter Treiber dieser Entwicklung sind jedoch die verfügbaren Echtzeitdaten zu sehen, durch die eine vollautomatisierte Prozesssynchronisation entlang der Logistikkette möglich geworden ist.

Zukunftsbild 2035: Die Münchener Bevölkerung hat auch in dem Sinne Einfluss auf die Prozesse im Wirtschaftsverkehr, als dass sie mit kritischem Blick die ökologische Nachhaltigkeit der Unternehmen in Bezug auf eine klimaneutrale Zustellung einfordert. Die Bürger nutzen zwar zu großen Teilen den Onlinehandel, präferieren dabei aber solche Dienstleister, die eine emissionsfreie Zustellung garantieren. Hierfür sind die Kunden in München auch bereit, einen Aufpreis zu zahlen.

Unternehmen implementieren neue Arbeitsmodelle

Um den Bedürfnissen ihrer Arbeitnehmer vor dem Hintergrund der verkehrlich angespannten Situation und den hohen Pendelzeiten gerecht werden zu können, wurden flexible und arbeitnehmersnahe Arbeitsplätze geschaffen. Somit arbeitet ein Anteil der Beschäftigten im Jahr 2035 regelmäßig von Zuhause aus oder in neuen Desk-Sharing Büros, die Unternehmen im urbanen Verflechtungsraum eingerichtet haben. Die Stadt hat ihrerseits mit einer Verbesserung der öffentlichen Verkehrsanbindung unterstützt. So wurden insbesondere an Verkehrsknotenpunkten nahe der Autobahnen zusätzliche ÖPNV-Verbindungen eingerichtet. Diese werden immer häufiger als alternative Beförderungsmittel angenommen. Die über die Jahre andauernde chaotische Verkehrssituation in den Städten führt seit dem Jahr 2025 langsam zu einem Umdenken in der Bevölkerung, die in Bezug auf ihr Mobilitätsverhalten immer mehr gemeinwohlorientiert handelt und deshalb auf die Nutzung eines eigenen Pkw verzichtet.

Mit den neuen Arbeitsmodellen und der damit einhergehenden verstärkten Online-Kommunikation ist der Anteil des Onlinehandels weiter gestiegen, wodurch auch Lieferdienste weiterhin stark in Anspruch genommen werden, sowohl B2B als auch B2C. Diese wiederum haben die angespannte Verkehrssituation im urbanen Raum verschärft: Der Rückgang des Pendelverkehrs wurde durch den zunehmenden Lieferverkehr sozusagen „ausgeglichen“ und das Verkehrssystem befand sich im Jahr 2025 nahe am Kollaps.

Zukunftsbild 2035: In den Neubauquartieren am Rande und außerhalb der Münchner Innenstadt kommen vermehrt auch unterirdische Systeme zum Einsatz, in denen autonome Gefährte kleinere Güter von Station zu Station transportieren. Dies ermöglicht eine Verkehrsberuhigung sowohl innerhalb der Quartiere, als auch auf den Zufahrtsstraßen zu diesen Vierteln. Hier unterstützt die Stadt im Aufbau der entsprechenden Infrastruktur und stellt damit die Weichen für ein „Sharing in der dritten Dimension“. Auf der Straße finden automatisiert fahrende Fahrzeuge jedoch nur begrenzt Zuspruch aus der Bevölkerung. Diese setzen sich deshalb in München nicht durch.

Erlebnis in der Innenstadt im Fokus der Bürger und Besucher

In den Innenstädten hat der hohe Anteil des Onlinehandels dazu geführt, dass die Einzelhandelsflächen zunehmend als Showrooms mit einer reduzierten Anzahl an Waren genutzt werden. Beim Besuch der Innenstadt steht für die Bürger und Besucher das Erlebnis im Vordergrund, was die stationären Händler über eine Individualisierung der Pro-

dukte und Prozesse für ihre Kunden zu befriedigen versuchen. Dies ist für die Einzelhändler die einzige Chance, auch in Zeiten des etablierten Onlinehandels konkurrenzfähig zu bleiben.

4.2 Vergleich der Szenarien

Wie das vorangegangene Kapitel zeigt, unterscheiden sich die untersuchten Städte Mannheim, Leipzig und München hinsichtlich Struktur, Entwicklungstendenzen und spezifischer Herausforderungen im Wirtschaftsverkehr teilweise deutlich voneinander. Die je Stadt gebildeten zwei Szenarien sind daher zunächst als Ergebnisse der jeweils stadtspezifischen Workshop-Prozesse zu sehen. Sie stehen in einem direkten Verhältnis zueinander. Im Verhältnis zu den Szenarien aus anderen Städten sind sie hingegen grundsätzlich unabhängig.

Stadtspezifische Unterschiede
der Szenarien

Für die Beispielstadt Mannheim lässt sich zusammenfassend festhalten, dass sich die Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs in Bezug auf Elektrifizierung und Automatisierung in einem Spannungsfeld zwischen staatlichen Vorgaben und marktwirtschaftlichen Entwicklungen bewegt. Dabei spielen stadtspezifische Charakteristika, wie das hohe Güterverkehrsaufkommen und der hohe Anteil an Flächen in privatem Besitz, nur eine untergeordnete Rolle. Auf der einen Seite können private Flächen zwar relativ unkompliziert als Testgebiete und erste Einsatzplätze für hoch automatisierte Fahrzeuge dienen. Auf der anderen Seite kann sich diese Technologie aber nur flächendeckend durchsetzen, wenn seitens des Staates und der Kommune die Regelungen zur Nutzung im öffentlichen Raum angepasst werden. In solch einem Fall hätte die Hafen- und Industriestadt Mannheim jedoch aufgrund ihres hohen Anteils an Güterverkehr, insbesondere Werksbelieferungen und Produktionsverkehr, und den damit einhergehenden sich regelmäßig wiederholenden Routen im Stadtgebiet beste Voraussetzungen zur Automatisierung bestimmter Straßenzüge. In Bezug auf die Elektrifizierung des Güterverkehrs bleibt für die Beispielstadt Mannheim festzuhalten, dass sich diese nur dann durchsetzen wird, wenn sie für die Unternehmen wirtschaftlich einsetzbar ist und wenn entsprechende (Lade-)Infrastrukturen vorhanden sind, die eine flächendeckende Nutzung ohne Ausfälle ermöglichen. Diese Entwicklung ist jedoch weniger an städtische Charakteristika geknüpft, sondern insbesondere an (kommunal-)politische Entscheidungen und technologische Entwicklungen.

In Leipzig liegt der Entwicklungshorizont für den urbanen Wirtschaftsverkehr zwischen treibenden Innovationen des Marktes und kommunaler Steuerung. Auch hier bieten Stadtspezifika, wie beispielsweise die eng bebaute historische Altstadt, die hohe Dynamik der Bevölkerungsentwicklung und die Dienstleistungsorientierung zwar den Rahmen für die möglichen Entwicklungen. Ausschlaggebende Treiber sind jedoch entweder technologische Entwicklungen bzw. die Akteure des Marktes oder die Kommunalpolitik, die die Weichen für die Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs in der Stadt stellt. Im ersten Fall, der „Innovationskraft des Marktes“, ist die Ausgestaltung des Einsatzes autonom-elektromobiler Systeme von deren Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit abhängig. So setzen sich beispielsweise automatisierte Zustellhilfen durch und unterirdische Tunnelsysteme kommen zur Warendistribution zum Einsatz. Im zweiten Szenario, in dem die Stadt selbst die Entwicklungsrichtung vorgibt, wird durch Regulierung und Anreize die emissionsfreie Belieferung in der Innenstadt forciert. Dies geht so weit, dass die Stadt die Belieferung in der Innenstadt als „White Label“ Aufgabe vergibt. Der Warenumsatz erfolgt nahe der Innenstadt auf geeigneten Freiflächen, die in Leipzig noch z.T. verfügbar sind. Verfügbare Flächenreserven spielen für diese Entwicklung eine entscheidende Rolle.

Für die bereits heute überlastete Metropole München mit ihrem starken Bevölkerungswachstum, der zunehmenden Verflechtung mit dem Umland, der historischen Altstadt, den Neubauf lächen am Rande der Stadt und den großen Flächenkonkurrenzen innerhalb

der bestehenden Bebauung, erstreckt sich das Spannungsfeld der zukünftigen Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs zwischen gesellschaftlichem Druck und kommunaler Steuerung. Auf der einen Seite fordert die Bevölkerung zunehmend eine nachhaltige Stadtentwicklung, die für die Entwicklung des elektromobilen Wirtschaftsverkehrs förderlich ist. Da der Dreiklang aus Ökonomie, Ökologie und Sozialem hierbei im Fokus steht, bleibt die menschliche Arbeitskraft in der Stadtlogistik ein wichtiger Bestandteil. Automatisierte Fahrzeuge setzen sich daher nicht durch. Demgegenüber sind die Kunden aber bereit, auch den rechtmäßigen Preis für die Logistikdienstleistung zu bezahlen. Auf der anderen Seite steht eine von der Stadt selbst angetriebene Entwicklung, die auf Regulierungs- und Anreizmaßnahmen basiert und hauptsächlich auf eine Reduzierung des Verkehrsaufkommens abzielt. Elektromobilität wird dort eingesetzt, wo sie sich wirtschaftlich abbilden lässt. Für autonomes Fahren bleibt in dieser Entwicklung kaum Spielraum. Beide beschriebenen Entwicklungen basieren auf dem hohen Verkehrsdruck, der entweder die Gesellschaft oder die Kommunalpolitik zum Handeln zwingt.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass – unabhängig von den städtischen Gegebenheiten – vier Akteure die zukünftige Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs lenken können: Die Stadt bzw. Kommunalpolitik, der Staat, der Markt und die Gesellschaft. Wie sich unter dieser Prämisse einzelne Lösungen in den unterschiedlichen Städten entwickeln, hängt maßgeblich vom Handlungsdruck bzw. der örtlichen Verkehrsbelastung, von Flächenverfügbarkeit im privaten und öffentlichen Raum, von der Art der Wirtschaftsverkehre sowie der Art und Dichte der bestehenden Bebauung ab.

Vergleichbarkeit der Szenarien

Da in allen drei Städten mit derselben Methodik und mit identischen Leitfragen im Workshop-Prozess gearbeitet wurde, lassen sich die Szenarien nach Ausklammerung lokaler Besonderheiten durchaus auch parallel betrachten und es ist möglich, auf dieser Basis validierte Zukunftsbilder und -pfade für urbane Wirtschaftsverkehre in Deutschland bis 2035 zu kreieren. Dabei eignen sich verschiedene Aspekte als Leitfragen für die Betrachtung, wobei den folgenden Faktoren im Kontext der Studie besondere Bedeutung zukommt:

- Stellenwert von Elektrifizierung und Automatisierung im städtischen Wirtschaftsverkehr
- Treiber der Entwicklung (Ereignisse und Akteure)
- Denkbare Abfolgen („Entwicklungspfade“) bis 2025/2035

Stellenwert von Elektrifizierung und Automatisierung

Der Szenario-Prozess hat eine Vielzahl von Veränderungen und Entwicklungen aufgezeigt, die alle Einfluss auf die Elektrifizierung und Automatisierung des urbanen Wirtschaftsverkehrs in der Zukunft haben. Wie sich die einzelnen Faktoren jeweils entwickeln werden, wird selbst innerhalb derselben Stadt teilweise sehr unterschiedlich betrachtet (Abb. 12).

	<i>Mannheim</i>		<i>Leipzig</i>		<i>München</i>	
	# 1: Die Politik als Innovationsmanager	# 2: High-Tech-Flottenbetreiber revolutionieren die Stadtlogistik	# 3: Die Innovationskraft des Marktes	# 4: Emissionsarme Stadtlogistik als kommunalpolitische Aufgabe	# 5: Nachhaltigkeit als Leitlinie der Stadtlogistik	# 6: Die Stadt definiert sich neu
Elektromobilität	☆☆☆ Die Politik hat den Elektroantrieb durchgesetzt und zum Standard gemacht; die Notwendigkeit zur Elektromobilität verändert die Mobilitätswirtschaft grundlegend	☆☆ Im Nah- und Regionalverkehr ist das (batterie-) elektrische Fahren wirtschaftlich attraktiv ; im Güterfernverkehr dominieren andere Antriebskonzepte (v.a. Wasserstoff)	☆☆ Das Lademanagement und eine unternehmensübergreifend organisierte Stadtlogistik sind zum Erfolgsfaktor der Elektromobilität geworden; sie ist Standard und kann nicht mehr selbst als Mehrwert dienen	☆☆ Luftreinhaltung und staatliche Förderprogramme haben der Batterie im Nahbereich zum Durchbruch verholfen; im Fernverkehr dominieren andere Antriebskonzepte, v.a. Wasserstoff	☆☆☆ Die Stadtlogistik ist nur noch elektrisch zulässig ; als Energiespeicher dienen vor allem – aber nicht nur – Batterien . Reichweitengrenzen werden durch organisatorische Maßnahmen aufgegriffen und gelöst	☆ Die Elektromobilität hat sich als Folge von Förderprogrammen dort etabliert, wo dies die Reichweite der Fahrzeuge zulässt; gleichzeitig unterliegen auch elektrische Fahrzeuge der Regulierung der Städte
Automatisierung	☆☆ Rechtliche Beschränkungen verhindern das hoch automatisierte Fahren weitestgehend; die Teilautomatisierung unterstützt den Fahrer vor allem durch Hilfstätigkeiten	☆☆☆ Hoch automatisiertes Fahren ist in vielen Anwendungsfällen möglich und verschafft der Logistik wirtschaftliche Vorteile beim Fahrzeugeinsatz	☆☆ Die Teilautomatisierung von kleinen Fahrzeugen hat sich zur Unterstützung der Zustellung in der Stadt durchgesetzt; größere Fahrzeuge sind in der Stadt oftmals nicht erwünscht	☆ Der Datenschutz verhindert die für eine Automatisierung erforderliche Vernetzung der Akteure in vielen Fällen; Automatisierung spielt auch in der öffentlichen Wahrnehmung nur eine geringe Rolle	☆☆☆ Die Logistik hat sich ganzheitlich so verändert, dass hoch automatisierte Zustellhilfen in der Stadt die Regel sind; gleichzeitig wird großen Wert auf den Menschen in der Logistik gelegt	☆ Daten regeln die effizientere Organisation von Verkehr und Verkehrsflächen; zur Automatisierung werden sie hingegen kaum genutzt; gefahren wird weiterhin konventionell
Gestalter	Dominanz eines staatlichen Gestaltungsanspruchs für die Stadtlogistik, der über den Rechtsrahmen (Verkehrsrecht, Zulassungsrecht, Umweltrecht) durchgesetzt wird	Ein liberaler Rechtsrahmen öffnet den Weg zu einer von der Logistikwirtschaft getriebenen Durchsetzung von wirtschaftlich attraktiven Innovationen für die Stadtlogistik	Mehrere Marktakteure gemeinsam entwickeln eine neue, durch kundennahe Innovationen geprägte Marktordnung für die Stadtlogistik; staatliche Regulierung ist kein Hindernis; Nachhaltigkeit wird vorausgesetzt	Die Weiterentwicklung von Bundes- und Landesrecht eröffnet weitreichende kommunale Gestaltungsmöglichkeiten; die Kommunen nehmen diese Rolle aktiv an und streben vielfach die autofreie Innenstadt an	Die Bevölkerung entwickelt aus einem starken Nachhaltigkeitsbewusstsein heraus einen eigenen Gestaltungsanspruch auch für die Logistik; dieser wird von allen Akteuren respektiert und umgesetzt	Die Weiterentwicklung von Bundes- und Europarecht eröffnet weitreichende kommunale Gestaltungsmöglichkeiten; die Kommunen nehmen diese Rolle aktiv an und regulieren den städtischen Verkehr in erheblichem Umfang

Abb. 12: Übersicht über die sechs Szenarien in den Themenfeldern Elektrifizierung, Automatisierung und gestaltende Kräfte. Quelle: Eigene Darstellung aus den Ergebnissen des Workshop-Prozesses in den drei Beispielstädten.

Bis 2025, aber auch für 2035 zeigen die sechs Szenarien hinsichtlich des Einsatzes von Nutzfahrzeugen in der Stadt, die (batterie-)elektrisch verkehren bzw. die mit Komponenten für das (hoch) automatisierte Fahren ausgerüstet sind, relativ starke Unterschiede:

- Die Elektrifizierung, die bis 2035 wird sich in den meisten Szenarien im Nahverkehr in Form batterieelektrischer Antriebe durchsetzen und etablieren. Allerdings unterscheiden sich die Szenarien zum einen in Bezug auf die Unterstützungsangebote, die gewährt werden (etwa ein kommunales Lademanagement, aber auch finanzielle Anreize) sowie zum anderen hinsichtlich der Erwartungen an Mittel- und Langstrecken, wo insbesondere im Wasserstoff eine marktfähige Alternative gesehen wird.
- Bezüglich der Automatisierung werden Generierung und Umgang mit Daten sowie die Weiterentwicklung des straßenverkehrsrechtlichen Rahmens bis 2035 als entscheidender Dreh- und Angelpunkt gesehen. Es wird überwiegend erwartet, dass das (teil-)autonome Fahren eine Hilfestellung in den Städten sein wird (z.B. Paketfahrzeuge, die während der Auslieferung in einem Straßenzug dem Fahrer folgen); nicht gesehen wird hingegen das fahrerlose Fahrzeug in der Stadt als Regelfall.

4.3 Bedeutung der Szenarien für Städte, Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller

Die Ausgestaltung bzw. Durchsetzungsfähigkeit von Elektrifizierung und Automatisierung in den Szenarien basiert auf dem Einfluss des jeweils treibenden Akteurs (Kommunalpolitik, Staat, Markt bzw. Gesellschaft), gestaltet sich vor dem Hintergrund stadträumlicher Spezifika individuell (z.B. Flächenverfügbarkeit, Art der Wirtschaftsverkehre) und ist stets im Zusammenhang mit Entwicklungen in anderen Themenfeldern, wie z.B. Sharing-Systemen, Nutzung von Echtzeitdaten, Gestaltung des Kundenerlebnisses zu sehen (Abb. 13).

Themenfeld	Bezug zur Elektrifizierung	Bezug zur Automatisierung
Nachhaltigkeit in Stadtentwicklung und Stadtlogistik	Förderung alternativer Antriebsformen und Ladeprozesse; soziale und ökologische Verantwortung; Zertifizierung nachhaltiger Logistikwirtschaft	Autonome Fahrzeuge zur Optimierung von Prozessen für eine nachhaltige Stadtlogistik
Partizipative Prozesse in der Stadtentwicklung	Erhöhung der Akzeptanz innovativer Mobilitätslösungen	Erhöhung der Akzeptanz innovativer Mobilitätslösungen
Sharing-Systeme	Mobilitätsstationen als Kombination aus Ladestation, Sharing-System und Paketstation	Integration verschiedener Mobilitätsbedarfe in einem Fahrzeug
Echtzeit-Daten und Big Data	Integration des Ladevorganges bei Fahrzeugentwicklung und Routenplanung	Automatisierung verschiedenster Prozesse in der Logistik
Kundenerlebnis im Fokus	CSR & Nachhaltigkeit, Sicherheit für Bürger und Nutzer	Datenschutz als oberste Prämisse für Kundeninteraktion
Multioptionale Fahrzeug- und Flächennutzung	Lademanagement, Leasingkonzepte für E-Flotten, Zusatznutzen des E-Fahrzeuges	Abstimmung der Automatisierung passend auf die Multioptionalität mit allen Beteiligten bzw. Nutzern
Autonome Systeme abseits der Straße	Übertragbarkeit der Antriebstechnik auf andere „Gefäße“, ggf. Ausweitung des Produktportfolios	Übertragbarkeit der Technologie des Fahrzeugbaus auf Mobilitätslösungen in anderen Dimensionen (über und unter der Erde)
Prozessveränderung in der Stadtlogistik	Integration des Lademanagements in bestehende und neue Infrastruktur, Entwicklung gemeinsamer Standards	Bedarfsgerechte Produktion, Entwicklung gemeinsamer Standards, Entwicklung und Einsatz innovativer Verpackungen
(Branchenübergreifende) Kommunikation und Zusammenarbeit	Kosteneinsparung bei gemeinsamer Entwicklung, Marktvorsprung gegenüber anderen Ländern	Sharing-Konzepte; Kombination Personen- und Güterverkehr

Abb. 13: Beispielhafte Übersicht zu mit Elektrifizierung und Automatisierung zusammenhängenden Themenfeldern für den urbanen Wirtschaftsverkehr; Quelle: Eigene Darstellung aus den Ergebnissen des Workshop-Prozesses.

Diese Zusammenhänge zwischen stadträumlichen Veränderungen und technologischen Entwicklungen haben Auswirkungen auf die unterschiedlichen beteiligten Akteure, insbesondere Städte, Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller. Aus jedem Szenario ergibt sich für die Akteure ein Veränderungsdruck, der extern bestimmt ist, sowie eine gewisse Gestaltbarkeit, die durch den jeweiligen Akteur selbst gesteuert werden kann (Abb. 14 bis 16).

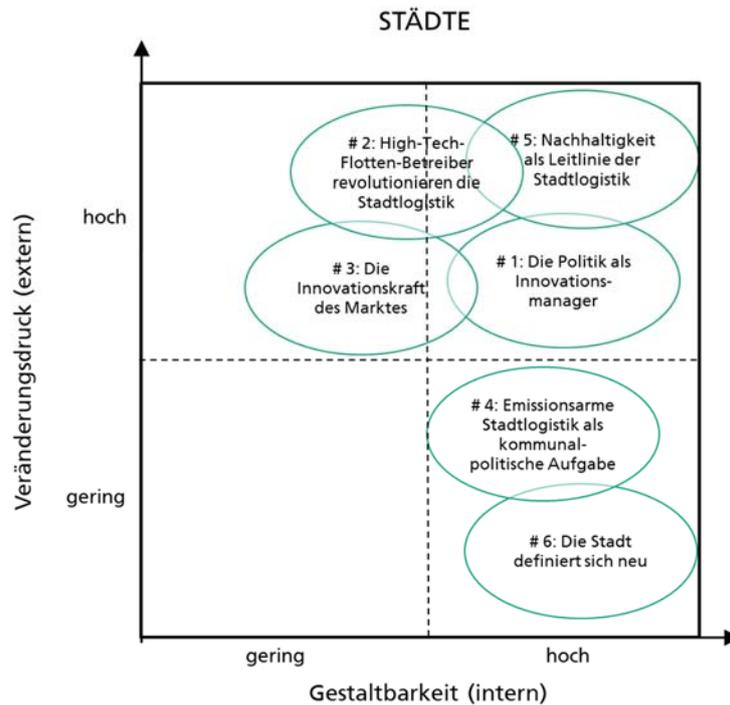


Abb. 14: Szenarienvergleich: Städte im Spannungsfeld zwischen Veränderungsdruck (extern) und Gestaltbarkeit (intern); Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Städte (Abb. 14) ergibt sich vor allem in den kommunalpolitisch, staatlich sowie gesellschaftlich getriebenen Szenarien die Möglichkeit, lenkend einzugreifen. Dies hängt damit zusammen, dass ohne die Städte – als Verortung der Entwicklungen – keine Veränderungen erprobt und durchgesetzt werden können. Auch in den marktwirtschaftlich getriebenen Szenarien haben die Städte deshalb noch eine gewisse Gestaltungskraft. Für die Städte bedeutet dies, dass sie die Akteure sind, die sich in Bezug auf die Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs mutig zeigen müssen. Sie können Anreize setzen und Rahmenbedingungen für die künftige Entwicklung festlegen bzw. mitgestalten. Außerdem sind die Städte die Schnittpunkte zwischen Markt und Staat: Hier treffen die Regulierungen und die wirtschaftlichen Entwicklungen verortet aufeinander. So kommt den Städten eine immer stärkere Koordinierungsrolle zu. Die Städte können dies nutzen, um sowohl ein Mitspracherecht bei der Gesetzgebung einzufordern als auch ihre Stadtentwicklung innovativ in Kooperation mit der Wirtschaft zu gestalten. Dafür ist es jedoch notwendig, dass in den Städten die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs (Verkehrsinfrastruktur, politischer Wille, Abstimmungsgremien) vorhanden sind bzw. geschaffen werden.

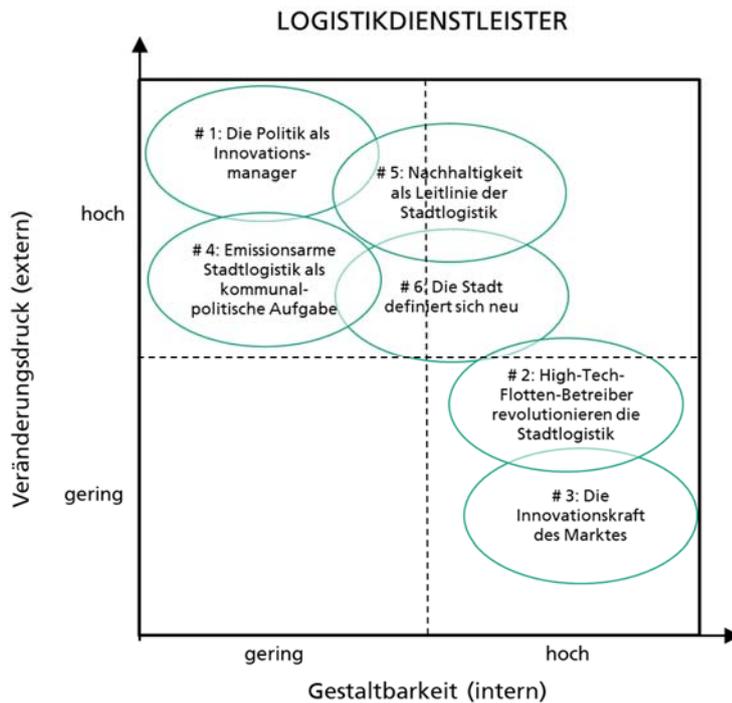


Abb. 15: Szenarienvergleich: Logistikdienstleister im Spannungsfeld zwischen Veränderungsdruck (extern) und Gestaltbarkeit (intern); Quelle: Eigene Darstellung.

Die zukünftige Gestaltbarkeit der Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs durch die Logistikdienstleister wird nur für die beiden marktgetriebenen Szenarien als hoch eingeschätzt (Abb. 15). Sie stehen in den kommunalpolitisch, staatlich und gesellschaftlich getriebenen Szenarien vielmehr einem hohen Veränderungsdruck gegenüber. Gleichzeitig können aber alle Steuerungsmaßnahmen und technologischen Entwicklungen nur greifen, wenn die Logistikdienstleister diese annehmen und nutzen: Auf der einen Seite müssen die Städte sicherstellen, dass ihre Bürgerinnen und Bürger auch zukünftig versorgt werden. Auf der anderen Seite wollen Fahrzeughersteller ihre Produkte an die Logistikdienstleister verkaufen. Dennoch kann sich der Markt der Logistikdienstleistungen zukünftig radikal verändern. Um ihre Stellung im urbanen Wirtschaftsverkehr der Zukunft zu stärken, sind die Logistikdienstleister daher gezwungen, in nachhaltige und dennoch wirtschaftlich abbildbare Mobilitätslösungen bzw. Geschäftsmodelle zu investieren. Hierbei können Kooperationen – sowohl branchenintern als auch branchenübergreifend – früher oder später einen Wettbewerbsvorteil für die Dienstleister darstellen. Eine Aufgabe der Logistikdienstleister, wie es heute in der KEP-Branche bereits geschieht, wird zukünftig die verstärkte Kontaktaufnahme und -pflege zu den Städten sein. Nicht alle nachhaltigen Logistiklösungen werden sich gleichermaßen in jeder Stadt umsetzen lassen. Städtische Spezifika, sowohl baulich und personell, als auch in Bezug auf die Kundenstruktur und Kundenwünsche, sind jeweils zu beachten und individuelle Lösungen zu entwickeln.

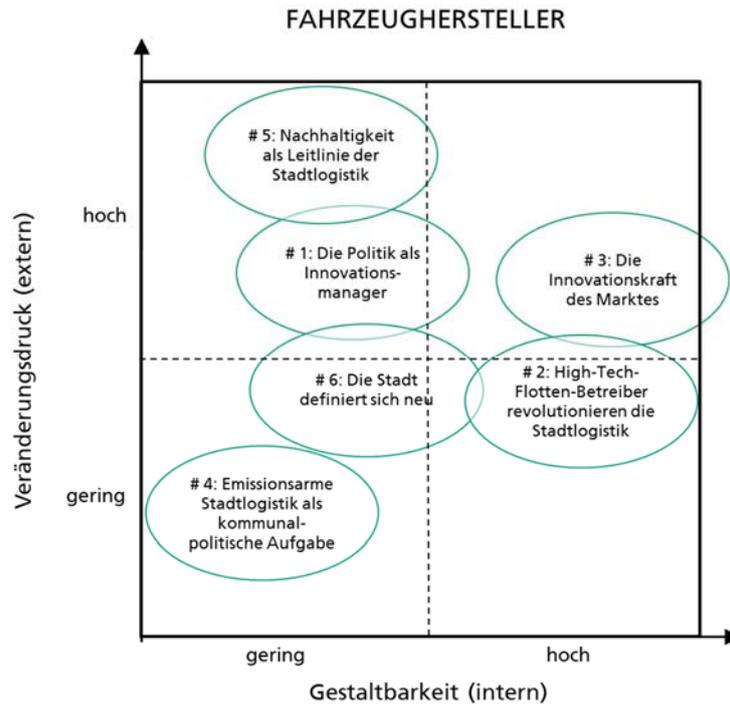


Abb. 16: Szenarienvergleich: Fahrzeughersteller im Spannungsfeld zwischen Veränderungsdruck (extern) und Gestaltbarkeit (intern); Quelle: Eigene Darstellung.

Auch für die Fahrzeughersteller sind die marktgetriebenen Szenarien diejenigen, mit denen die höchste Gestaltbarkeit einhergeht. Dies beruht darauf, dass technologische Entwicklungen die Treiber in diesen Szenarien sind und dass die Fahrzeughersteller maßgeblich für diese Entwicklungen verantwortlich sind. Dennoch ist auch bei diesen Szenarien der Veränderungsdruck von extern nicht ganz gering einzuschätzen. Die Stadtlogistik und die dort eingesetzten Fahrzeuge müssen sich zwar weiterentwickeln. Es müssen aber immer auch die Anwendungsfelder und die beteiligten Akteure mitgedacht werden. Nur dann haben technologische Lösungen und neue Produkte eine Chance, sich am Markt zu etablieren. Die hierfür zulässigen Spielräume lassen den Herstellern aber umfassende Möglichkeiten, diese Entwicklung aktiv mitzugestalten.

Hingegen sind in den Szenarien, die überwiegend auf staatlich-politische Einflussnahme setzen, die Abhängigkeiten größer und die Möglichkeiten, eigene Ideen einzubringen, deutlich geringer. Alle Vorschläge müssen dort einem verhältnismäßig engen Zielkorridor genügen, der erheblichen Veränderungsdruck entfaltet. Am höchsten wird dieser Druck, wenn neben der Politik auch die Gesellschaft aktiv mitgestaltend wirkt. Gleichzeitig bietet gerade dieses Szenario, das auf einen umfassenden Dialog setzt, für die Fahrzeughersteller wieder vermehrt Mitgestaltungsmöglichkeiten.

Deshalb sollten insbesondere die Situationen, die sich in den einzelnen Städten abspielen, für die Fahrzeughersteller von Interesse sein: Nutzfahrzeuge werden nur dann in den Städten eingesetzt werden, wenn sie jeweils den Anforderungen entsprechen. Aus diesem Grund müssen die Fahrzeughersteller auf regionaler und lokaler Ebene verstehen, wie die Umweltbedingungen für ihre Produkte funktionieren. Das setzt z.B. völlig andere vertriebliche Strukturen voraus, die ein Verständnis von Kundenprozesse ermöglichen. Außerdem sollten sich die Fahrzeughersteller auch mit den Prozessen beschäftigen, die bislang in der Verantwortung anderer Institutionen lagen, nämlich politische und stadträumliche Gestaltungsprozesse. Damit könnten sich die zeitlichen Horizonte im Unternehmen verändern, da politische und kommunale Veränderungszyklen eine weitaus längere Dauer aufweisen als klassische Produktinnovationszyklen der Automobilindustrie.

Auch die Personalstruktur in den Unternehmen könnte sich verändern, wenn z.B. Stadtplaner oder Logistiker benötigt werden, um integrierte Lösungen für die städtische Belieferung zu entwickeln. In Bezug auf die Fahrzeugentwicklung müssen die Fahrzeughersteller darüber hinaus bedenken, dass es zukünftig sowohl unterschiedliche Antriebe bzw. Fahrzeuge für unterschiedliche Einsatzzwecke geben könnte. Der Mehrwert wird künftig weniger darin liegen, diese Antriebe und Fahrzeuge verfügbar zu haben – das wird vorausgesetzt –, sondern die Einsatzprozesse zu kennen und die Kunden zu beraten, wo welche Fahrzeug-Ökosysteme (z.B. E-Lkw, E-Transporter, Lastenräder, Umladesysteme) zum Einsatz gebracht werden. Der gesamte Entwicklungsfokus sollte sich also vom Produkt hin zum Kundenprozess bewegen.

5 Entwicklungspfade des urbanen Wirtschaftsverkehrs in deutschen Großstädten

Jedes der sechs im Workshop-Prozess entwickelten Szenarien sieht gegenüber dem Status Quo bis 2035 Veränderungen bzw. Entwicklungen für den Wirtschaftsverkehr in der Stadt vor. Die Entwicklungsdynamik fällt in ihrer Radikalität allerdings jeweils unterschiedlich aus. Dies liegt insbesondere daran, dass die involvierten Akteure (von der Kommune über Logistikdienstleister bis hin zu Fahrzeugherstellern) jeweils in unterschiedlichen Rollen gesehen werden, und von unterschiedlichen Interessen geleitet sind. Im Ergebnis kann dann jeweils von einem unterschiedlichen Durchdringungsgrad der Stadt mit elektrifizierten und automatisierten Fahrzeugen im Wirtschaftsverkehr gesprochen werden.

Akteure und deren Einfluss auf die zukünftige Entwicklung

Die Teilnehmer waren in den Workshops aufgefordert, diese Durchdringungsgrade und die Ausprägung der zugehörigen Schlüsselfaktoren für die Jahre 2025 und 2035 abzuschätzen. Auch wenn es dabei nicht Teil der Aufgabe war, durchgehende Entwicklungspfade bis zu den beiden Zieljahren zu entwerfen, liefern diese Einschätzungen nicht nur Zustandsbeschreibungen für das Zieljahr, sondern auch wertvolle Informationen zu denkbaren Pfaden der Elektrifizierung und Automatisierung bis dahin.

Hierfür werden abstrahierte Fassungen der in Kapitel 4 gebildeten Szenarien genutzt. Die Szenarien bleiben dabei inhaltlich unverändert, werden aber sowohl von ihrem Zieljahr als auch von der konkreten Stadt losgelöst. Dies macht es möglich, alle Szenarien untereinander nicht nur dahingehend zu vergleichen, wie hoch der jeweils erreichbare Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrad ist, und wer dabei jeweils in welcher Form die Initiative für Veränderungen ergreift (Kapitel 5.1), sondern auch danach, wie denkbare, szenarienübergreifende Entwicklungspfade bis zum Jahr 2035 aussehen könnten (Kapitel 5.2).

5.1 Erreichbare Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrade

Alle sechs Szenarien gehen davon aus, dass die Elektromobilität bis zum Jahr 2035 in der urbanen Logistik einen festen Platz haben wird. Die letztendlichen Unterschiede zwischen den Szenarien ergeben sich daraus, wie intensiv der Grad der Durchdringung sein wird (d.h. welche Fahrzeugklassen, Entfernungsbereiche und logistischen Aufgaben für elektrifizierbar gehalten werden), und wie sich die Marktpräsenz anderer alternativer Antriebstechnologien (insbesondere Wasserstoff) entwickeln wird.

Elektromobilität als fester Bestandteil der zukünftigen Entwicklung

Hingegen sind die Einschätzungen zum automatisierten Fahren deutlich zurückhaltender und heterogener. Überwiegend wird die Rolle der Automatisierung bis 2035 in der Rolle einer Ergänzung gesehen, die partiell für eine Vereinfachung der immer noch überwiegend von menschlichen Fahrern dominierten Straßenverkehrswelt sorgt. Nur ein Szenario kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass 2035 in den Städten tatsächlich im Regelbetrieb Nutzfahrzeuge unterwegs sein werden, bei denen sich kein Fahrer mehr in der Nähe befindet.

Heterogene Einschätzungen zum Thema Automatisierung

Damit die in den Szenarien jeweils erwarteten Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrade eintreten, trifft jedes Szenario insbesondere Annahmen dazu, wer die jeweils im Mittelpunkt stehenden handelnden Akteure sind, die die Initiative ergreifen, und wie diese konkret ihren Einfluss ausüben (Abb. 17):

Kommune, Staat, Markt oder Gesellschaft als treibende Akteure

- In zwei überwiegend von der Kommune getriebene Szenarien (Szenario 4 „emissionsarme Stadtlogistik“ und Szenario 6 „die Stadt definiert sich neu“), definiert die Stadt ihre Rolle in kommunalen Veränderungsprozessen über die Zeit neu und

begreift die Stadtlogistik als wichtige kommunalpolitische Gestaltungsaufgabe. In beiden Szenarien hat sie die Möglichkeit hierzu, weil die Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs in der Stadt durch eine entsprechende übergeordnete Rechtssetzung zukünftig weitgehend in die Hand der Kommunen gelegt wird. Dies führt zu lokalen Erfolgen, aber auch bald zu lokal sehr unterschiedlichen stadtspezifischen Verhältnissen.

- Hingegen geht das von übergeordneten staatlichen Interessen getriebene Szenario 1 („Die Politik als Innovationsmanager“) von einem umfassenden, stadtübergreifenden politischen Gestaltungsansatz aus. Treibender Akteure ist hier die Landes- bzw. Bundesebene, die zum einen stark auf die Elektromobilität als Instrument des Klimaschutzes und zur Luftreinhaltung setzt, und zum anderen die stadtübergreifende Standardisierung als wesentliches Instrument begreift, das im Zweifel Vorrang vor der Abbildung stadtspezifischer Besonderheiten hat.
- Dem staatlich getriebenen Szenario stehen zwei aus dem Markt heraus entwickelte Szenarien gegenüber (Szenario 2 „High-Tech-Flottenbetreiber“ und Szenario 3 „Die Innovationskraft des Marktes“), in denen eine liberale Marktordnung verschiedenen Akteuren auf den Märkten, v.a. den Fahrzeugherstellern und der Logistikwirtschaft, eine Umgestaltung und Weiterentwicklung der Stadtlogistik primär unter Effizienzgesichtspunkten ermöglicht. Die Elektromobilität kommt dort zum Einsatz, wo die Technologie wirtschaftlich einsetzbar ist und die Voraussetzungen („Grüner Strom“) gegeben sind. Das autonome Fahren in der Stadt wird aufgrund seines Effizienzsteigerungspotenzials vor allem im Szenario „High-Tech-Flottenbetreiber“ intensiv vorangetrieben.
- Abschließend steht ein 2035 von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getriebenes Integrationsszenario (Szenario 5 „Nachhaltigkeit als Leitlinie“), in dem die Bevölkerung zum maßgeblichen Gestalter der Stadt und zum entscheidenden Treiber kommunaler Weiterentwicklung wird. Sie fokussiert dabei die lebenswerte Stadt und ist zur Erreichung dieses Ziel offen gegenüber Innovationen, sodass in diesem Szenario sowohl die Elektrifizierung des Verkehrs als auch die Automatisierung ihren Platz haben.

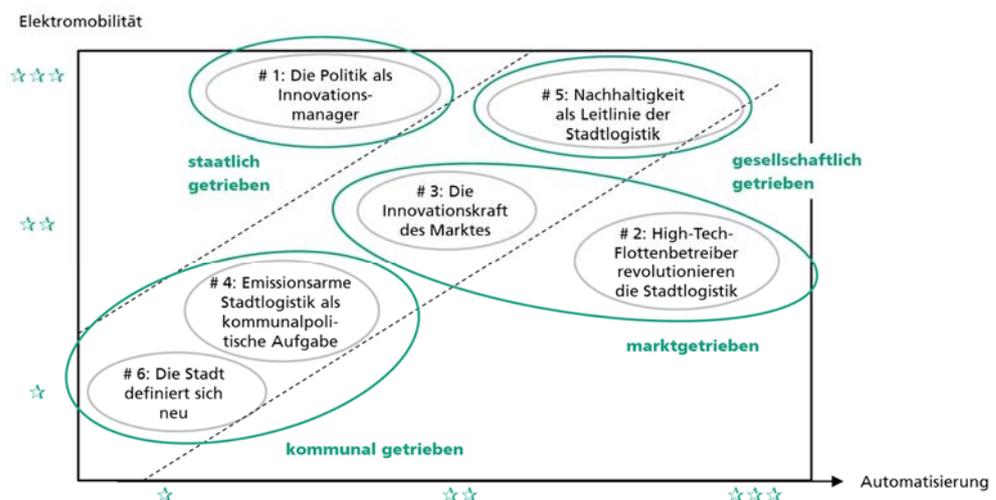


Abb. 17: Gliederung der Szenarien nach Durchdringungsgrad von E-Mobilität und Automatisierung; Quelle: Eigene Darstellung.

Im Überblick werden die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Graden der Elektrifizierung und Automatisierung des städtischen Wirtschaftsverkehrs und den jeweils treibenden Akteuren nochmals deutlich:

- Eine weitgehende Durchsetzung beider Technologien wird bis zum Jahr 2035 nur in den Szenarien für möglich gehalten, die auch von einem gesellschaftlichen Konsens getragen werden, der Innovation zu einem selbstverständlichen Bestandteil nachhaltiger Entwicklung macht und diese als erforderlichen Baustein für die weitere Entwicklung der Stadt sieht.
- Dominiert hingegen ein übergeordneter staatlicher Einfluss, so ist eine sehr umfassende Elektromobilität in der Stadt bis 2035 wahrscheinlich, insbesondere wegen des positiven Einflusses auf die Erreichung übergeordneter umweltpolitischer Ziele. Hingegen werden aus anderen, ebenso grundsätzlichen Erwägungen heraus (Datenschutz) die Fortschritte bei der Automatisierung des Wirtschaftsverkehrs überschaubar sein und bestenfalls eine partielle Umsetzung zulassen, bei der der Fahrer nicht vollständig ersetzt wird.
- Umgekehrt wird eine aus dem Markt heraus getriebene Entwicklung stark auf die rasche Automatisierung abzielen, da hier die größeren Effizienzsteigerungspotenziale vermutet werden, und unmittelbare Zwänge der Logistik (Fachkräftemangel) adressiert sowie einer (teilweisen) Lösung zugeführt werden. Die Elektromobilität wird hingegen in ihrer Wirkung aufgrund der im Alltagsbetrieb gegebenen Probleme (Reichweiten, Ladeinfrastruktur, Kosten) in ihrer Bedeutung begrenzt bleiben, und nur auf diejenigen Einsatzfelder fokussiert, auf denen sie tatsächlich Vorteile verspricht (z.B. Paket- und Briefzustellung).
- Eine parallele Entwicklung hin zu einem verhältnismäßig hohen Elektrifizierungs- und Automatisierungsgrad scheint möglich, wenn die Gestaltung zunächst in die Hände der Kommunen gelegt wird. Allerdings reicht deren Gestaltungskraft für den Gesamtmarkt aufgrund ihrer räumlich begrenzten Einflussbereiche nicht so weit, dass am Ende eines solchen lokalen Prozesses tatsächlich von einer umfassenden technologischen Marktdurchdringung gesprochen werden könnte. Vielmehr wird sich bis 2035 eine Vielzahl lokaler Lösungen etablieren, die einerseits den Verhältnissen vor Ort gerecht werden, aber andererseits aufgrund ihres Spezifitätsgrads nur eingeschränkt übertragbar sind bzw. teilweise auch technisch nicht mit den Lösungen in anderen Städten kompatibel sind, was wiederum die Massenmarktfähigkeit bzw. Serienfertigung der hierfür erforderlichen Fahrzeuge und Infrastrukturen tangiert.

Zusammenhänge: Durchdringungsgrad Technologien und treibende Akteure

5.2 Pfadentwicklungen

Jedes der sechs Szenarien steht für ein individuelles Zukunftsbild, das beschreibt, in welche Richtung sich die urbane Logistik bis zum Jahr 2035 entwickeln könnte. Die sechs Szenarien lassen sich aber nicht nur als diskrete Ergebnisse interpretieren, sondern auch dazu nutzen, um Entwicklungspfade zu modellieren.

Modellierung von Entwicklungspfaden

Als Basis für eine derartige Betrachtung von Entwicklungspfaden wird zweckmäßigerweise der Status Quo herangezogen, d.h. die derzeitige der Stadtlogistik. Das stark hierauf Bezug nehmende Szenario 6 „Die Stadt definiert sich neu“ bildet sodann die erste Entwicklungsstufe. Sie sieht bis 2025 ein flächendeckendes kommunales Umdenken hinsichtlich des Wirtschaftsverkehrs vor. Auf der anderen Seite werden aber weder sprunghafte Verbesserungen bei der Reichweite und den Kosten batterieelektrischer Fahrzeuge

erwartet, noch eine grundlegende Veränderung des derzeit sehr restriktiven Rechtsrahmens für das hoch automatisierte Fahren im öffentlichen Straßenraum.

Ausgehend von diesem Szenario lassen sich mit Hilfe der übrigen Szenarien drei grundsätzlich denkbare Entwicklungspfade zeichnen (Abb. 18):

1. Ein Pfad der **„gestalteten Evolution“**, auf dem sich der Wirtschaftsverkehr in der Stadt kontinuierlich weiter in Richtung Elektrifizierung und Automatisierung entwickelt. Dabei werden die Bereitschaft des Staates zur Veränderung rechtlicher Rahmenbedingungen sowie die Innovationskraft des Marktes – und damit die Gestaltungskraft der Wirtschaft – aktiv aufgenommen und genutzt. Am Ende wird aus den hieraus resultierenden Raum für Innovationen der Wirtschaftsverkehr in der Stadt – getragen und getrieben von einem breiten gesellschaftlichen Konsens – unter Nachhaltigkeitsaspekten neu aufgestellt. Elektrifizierung, Automatisierung sowie weitere Innovationen in der Stadtlogistik werden auf diesem Pfad bis 2035 sukzessive Alltag.
2. Ein von übergeordneten Bundes- und Länderinteressen getriebener Pfad der **„staatlichen Umformung“**. Er ist in erster Linie von Klima- und umweltschutzpolitischen Überlegungen und Notwendigkeiten zur Veränderung und Zielerreichung getrieben. Insofern forciert er bis 2025, aber auch noch 2035 primär die schnelle Durchsetzung der Elektromobilität inklusive einer vollständig dekarbonisierten Vorkette. Andere Innovationen werden hingegen nachrangig behandelt und sehr sorgfältig gegen weitere Schutzgüter, insbesondere den Datenschutz, abgewogen.
3. Ein Pfad der **„marktlichen Veränderung“**, der von dem Wunsch nach mehr Effizienz in der Logistik getrieben wird. Er setzt primär auf eine marktgetriebene schnelle Einführung verschiedener Komponenten der Automatisierung, wohingegen sich die Elektromobilität einer harten Wirtschaftlichkeitsdiskussion zu stellen und in dieser zu beweisen hat, bevor sie sich in der Stadt, aber auch anderenorts durchsetzen kann.

Vollständig zu Ende entwickelt, können alle drei Pfade bis 2035 zu dem von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getriebenen Szenario eines nachhaltigen Wirtschaftsverkehrs in der Stadt führen (Szenario 5). Dieses setzt gleichermaßen auf Elektrifizierung und Automatisierung. Die Stadtlogistik gilt dann als elektrifiziert; als Energiespeicher in den Fahrzeugen dienen in erster Linie Batterien. Verbleibende Reichweitengrenzen werden durch organisatorische Maßnahmen aufgegriffen und gelöst. Im Fernverkehr kommen ggf. auch ergänzende Technologien zum Einsatz (z.B. Oberleitungen oder die Brennstoffzelle). Die Stadtlogistik hat sich gleichzeitig ganzheitlich so verändert, dass hoch automatisierte Zustellhilfen sowie in geeigneten Einsatzbereichen (z.B. in städtischen Industriegebieten) das automatisierte Fahren in der Stadt die Regel ist. Trotz dieser technologischen Veränderungen wird aber großen Wert auf den Menschen in der Logistik gelegt. Dies gilt vor allem an der Kundenschnittstelle, an der gerade auch in der Stadt unverändert Menschen tätig sind.

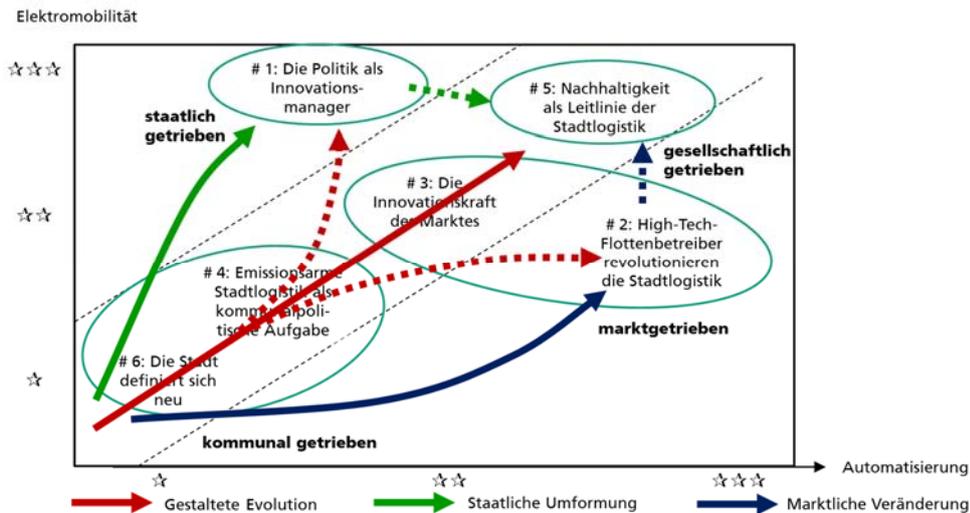


Abb. 18: Mögliche Pfadentwicklung der Szenarien; Quelle: Eigene Darstellung.

Eine abschließende Pfadbeschränkung bis 2035 erscheint aber nicht zwingend. Vielmehr sind auch unvollendete Pfade denkbar, bei denen die Entwicklung 2025, aber eventuell auch noch 2035 in einem Szenario endet, das auf mindestens einem der beiden Untersuchungsfelder keine vollständige Technologiedurchdringung vorsieht. Als Gründe für solche unvollendeten Pfade wurden in den Workshops verschiedene Faktoren identifiziert und diskutiert, insbesondere aber folgende Punkte:

Gründe für unvollendete Pfadentwicklungen

- Rechtliche Beschränkungen, die das hoch automatisierte Fahren auch noch 2035 im öffentlichen Straßenraum verhindern. Eine Teilautomatisierung nach geltendem Straßenverkehrsrecht ist und bleibt hingegen zulässig. Diese Teilautomatisierung ist in der Lage, den Fahrer in einem lokal genau definierten Umfeld zu unterstützen (z.B. automatisch entlang eines Straßenzugs nachfolgende Fahrzeuge oder Lieferroboter mit einem auf wenige Meter beschränkten Aktionsradius), sieht aber keine Fahrzeuge ohne einen verantwortlichen Menschen im oder am Fahrzeug vor.
- Die Reichweitenthematik verhindert eine Durchsetzung des (batterie-) elektrischen Fahrens in allen Entfernungsbereichen. Vor allem im Güterfernverkehr dominieren daher andere Antriebskonzepte wie Wasserstoff, die rasch und mit großem Erfolg weiterentwickelt und serienreif werden. Das Interesse an der Batterie ebbt dann zunehmend ab, insbesondere, wenn parallel der Aufbau einer flächendeckenden Versorgungsinfrastruktur für Wasserstoff vorangetrieben wird.
- Es kommt zwar zu einer weitgehenden Elektrifizierung und Automatisierung im städtischen Wirtschaftsverkehr. Gleichzeitig verhindert eine strenge straßenverkehrsrechtliche Regulierung aber unabhängig hiervon generell den Einsatz bestimmter Kraftfahrzeuge (z.B. schwerer Lkw) in der Stadt, die dort nicht mehr als zeitgemäß empfunden werden. Eventuell werden sogar alternative Lösungen für die Logistik umgesetzt (z.B. Tunnelsysteme, Schienenverkehre).

6 Fazit und Ausblick

Der Wirtschaftsverkehr in den Städten wird sich bereits bis 2025 stark verändern. Bis 2035 werden diese Veränderungen nochmals intensiver und für jedermann spürbar sein. Diese Schlussfolgerung ergibt sich alleine schon aus einem stark im Wandel begriffenen Umfeld, in dem die Anforderungen an die Logistik derzeit starken Änderungen unterworfen sind. Kommen hierzu noch innovative technologische Möglichkeiten wie das serienreife Fahren mit elektrischen Nutzfahrzeugen in verschiedenen Anwendungsbereichen und die Automatisierung des Straßenverkehrs, ist das Ergebnis bis 2035 allerdings nicht mehr determiniert.

Vielmehr muss auf Basis des derzeitigen Kenntnisstands in Szenarien und Entwicklungspfaden gedacht werden. Dies bringt den Vorteil bestehender Gestaltungs- und Einflussmöglichkeiten mit sich, aber auch die Herausforderung unsicherer Ergebnisse:

- Ausgangspunkt der meisten Veränderungen in der Stadtlogistik sind derzeit die Städte, die mit erheblichen Verkehrs- und Umweltproblemen konfrontiert sind. In den untersuchten Städten reicht dies bis hin zu dem Punkt, an dem die städtische Verkehrsinfrastruktur ihren Aufgaben nicht mehr gerecht werden kann, und der Verkehr nur noch als Belastung empfunden wird. Der Wunsch nach Änderung dieses Zustands durch Kommunalverwaltung und -politik, aber zunehmend auch durch die Bürger, dient als Treiber für die Initiierung von Veränderungsprozessen.
- Der Veränderungsprozess kann anschließend evolutiv ablaufen, d.h. in einem engen Konsens von allen beteiligten Akteuren – meist unter Federführung der Kommune – gemeinsam gestaltet werden. Alternativ ist es aber auch denkbar – beispielsweise, weil die Veränderungsgeschwindigkeit als nicht hoch genug empfunden wird – dass eine Akteursgruppe (Wirtschaft bzw. Politik) die Initiative übernimmt und versucht, die Logistik in der Stadt nach ihren Feststellungen weiterzuentwickeln. Ein Ungleichgewicht zugunsten einer der beiden Technologien Elektrifizierung und Automatisierung ist dann aufgrund spezifischer Motivlagen wahrscheinlich: Unter Klimaschutzaspekten, denen die Politik in besonderer Weise verpflichtet ist, ist derzeit tendenziell der Schwerpunkt auf alternative Antriebe zu legen, unter Effizienzgesichtspunkten, die stark im Interesse der Wirtschaft liegen, eher auf die Automatisierung.
- In dem für Basisinnovationen relativ kurzen Zeitraum bis 2035 wird ein Zustand der weitgehenden Durchdringung der Stadt mit einer automatisiert-elektrischen Logistik nur auf der Basis eines breiten gesellschaftlichen Konsenses und als Ergebnis eines entsprechenden Gestaltungsprozesses erreichbar sein. Dieser Prozess eröffnet viele Möglichkeiten für innovative (Fahrzeug-)Technologien in der Stadt. Er kann aber auch zu einer starken Reduzierung der Logistik und des Wirtschaftsverkehrs in der Stadt bis hin zur Substitution des Kraftfahrzeugverkehrs durch andere Verkehrsmittel führen.

Gestaltungsmöglichkeiten und Einflussfaktoren auf die Entwicklung des urbanen Wirtschaftsverkehrs

Ausgangspunkt	Die Stadt als Impulsgeber: Wunsch nach innovativer Veränderung des Wirtschaftsverkehrs
Pfadentwicklung	Variante A: Gestaltete Evolution Variante B: Radikale Veränderung (marktgetrieben) bzw. Umformung (staatlich getrieben)
Abbruch-Risiken	Im Zeitraum bis 2025/2035 nicht überwindbare technische und/oder rechtliche Barrieren (Reichweite, Haftung)
Zielvision 2035	Elektromobile und hoch automatisierte Stadtlogistik als breiter gesellschaftlicher Konsens

Abb. 19: Zusammenfassende Darstellung zur Pfadentwicklung der Szenarien; Quelle: Eigene Darstellung.

Zukunft der Elektromobilität
im urbanen Wirtschaftsverkehr

Ungeachtet der exakten Pfadverläufe wird die Elektromobilität bis 2035 voraussichtlich fester Bestandteil der Stadt und der städtischen Logistik sein. Aus heutiger Sicht besteht dabei noch der größte Entwicklungsbedarf bei schweren Nutzfahrzeugen. Bei den leichten Nutzfahrzeugen wird der Markt hingegen bereits besser abgedeckt. Es sind verschiedene Fahrzeuge verfügbar bzw. in der Serienentwicklung. Parallel hierzu werden allerdings auch die Forschung und Entwicklung an anderen alternativen Technologien vorangetrieben. Die – gerade auch im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Dieselmotor – erzielbaren Reichweiten spielen dabei eine wichtige Rolle. Es kann dazu kommen, dass für kurze Strecken andere Antriebe bzw. Formen der Energieversorgung dominieren werden als für lange Strecken, für den Personenverkehr andere als für den Güterverkehr usw.

Zukunft autonomer Systeme
im urbanen Wirtschaftsverkehr

Autonome Systeme hingegen erleben voraussichtlich zumindest bis 2035 keinen flächendeckenden Durchbruch. Insbesondere die Automatisierung von Fahrzeugen in Stufe 5 wird nur sehr selektiv zum Einsatz kommen, v.a. in nicht öffentlichen oder teilöffentlichen Räumen. Autonome Zustellhilfen in Form von batterieelektrisch betriebenen Kleinfahrzeugen, welche beispielsweise den Zusteller unterstützen und die Größe eines kleinen Roboters oder eines langsamen Flurförderfahrzeuges aufweisen, werden hingegen verfügbar sein und auch eingesetzt werden. Die aus autonomen Systemen resultierenden Mehrwerte wie Effizienzsteigerung, Wettbewerbsvorteile oder Zeitersparnis sollten daher bezogen auf den gesamten Logistikprozess betrachtet werden, und nicht nur auf die klassische Lkw-Fahrt.

Zu beachten bleibt allerdings, dass weder die Elektrifizierung noch die Automatisierung von Fahrzeugen in der Lage sein werden, pauschal alle Verkehrsprobleme in den Innenstädten zu lösen. Sie können dazu beitragen, dass neue Systeme konzipiert und implementiert werden und vorhandene Ressourcen besser ausgelastet werden. Unabdingbar ist aber eine konsequente Suffizienzstrategie, d.h. eine Abkehr von der Annahme, dass die Städte in der Lage sind, beliebige Verkehrsmengen zu verkraften.

Stadtlogistik als Spannungsfeld
unterschiedlicher Akteure

Die Stadtlogistik umfasst ein weites Feld. Es sind im Speziellen verschiedenste Akteure gefordert, die aktiv zu beteiligen sind, wenn es darum geht, die Zukunft von morgen mitzugestalten. Die hohe Resonanz auf die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Expertenworkshops hat deutlich gemacht, dass die verschiedenen Interessensgruppen grundsätzlich hierzu bereit sind. Wer den Anschluss am Thema verliert und die Diskussion nicht am Puls der Zeit verfolgt, hat Wettbewerbsnachteile zu befürchten. Andersherum lässt sich daraus speziell für die Fahrzeughersteller ableiten, dass für das weitere Bestehen bzw. die Markterweiterung im automatisierten und elektrifizierten Fahrzeugbereich erforderlich scheint, das Engagement weit über das Kerngeschäft stark in Richtung Stadt-

logistik auszuweiten. Damit einher geht auch ein vermehrter Dialog mit unterschiedlichsten Akteuren, branchenintern, aber besonders auch branchenübergreifend. Den Bürgern der Stadt kommt dabei eine besondere Rolle zu, denn diese fordern die aktive Beteiligung in städteplanerischen Prozessen, insbesondere auch an der Verkehrsentwicklungsgestaltung. Rückkoppelnd können dadurch Gegenbewegungen und Akzeptanzablehnung von neuen Technologien reduziert bzw. vermieden werden.

Für die Städte bedeutet dies, dass sie zukünftig eine stärker koordinierende Rolle einnehmen müssen. So können sie nicht nur ein Mitspracherecht bei der Gesetzgebung einfordern, sondern ebenfalls die Bevölkerung und die Wirtschaft aktiv in eine innovative Stadtentwicklungsplanung einbeziehen. Damit dies gelingen kann, müssen jedoch die Rahmenbedingungen in den Städten, wie beispielsweise die entsprechende Verkehrsinfrastruktur und der politische Wille gegeben sein. Logistikdienstleister sind in diesem Zusammenhang gefordert, aktiv den Kontakt zu den Städten zu suchen und in nachhaltige Mobilitätslösungen zu investieren bzw. diese wirtschaftlich abbildbar in ihre Geschäftsmodelle zu integrieren. Hierbei können Kooperationen zu einem Wettbewerbsvorteil verhelfen. Diese Entwicklungen bedeuten für die Fahrzeughersteller, die Produkte für nachhaltige Logistiklösungen in den Städten entwickeln, dass sie sich nicht nur in Bezug auf die technischen Details, sondern immer stärker auch in den Prozessabläufen der urbanen Logistik auskennen müssen. Dies erfordert gegebenenfalls eine Anpassung der zeitlichen, personellen und strategischen Ausrichtung der Unternehmen. Die Kunden der Fahrzeuge werden zukünftig individuellere und bedarfsgerechtere Fahrzeuge fordern, welche den speziellen und ggf. stadtspezifischen Bedürfnissen der Nutzer entsprechen und dementsprechend angepasst sind, bis hin zu Modul- bzw. Baukastensystemen, mit denen der Nutzer das Fahrzeug schnell für den benötigten Zweck aus- bzw. umrüsten kann.

Bedeutung der möglichen Entwicklungen für Städte, Logistikdienstleister und Fahrzeughersteller

Elektromobilität	<ul style="list-style-type: none"> • E-Mobilität ist in der Stadtlogistik der Zukunft nicht wegzudenken • Bei schweren emissionsarmen Lkw besteht der größte Entwicklungsbedarf • Einsatzzweck entscheidet über Antriebsart • Kooperierende F&E
Autonome Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung in Stufe 5 erfolgt in Grenzen, Zustellhilfen als Technologiebrücke • Autonomes System im Gesamtprozess mit bietendem Mehrwert denken • Besitzverhältnisse der Flächen (privat/öffentlich) entscheiden über Einsatzmöglichkeiten
Stadtlogistik	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeit in aller Munde, muss jedoch wirtschaftlich sein • Lösungen stadtspezifisch umsetzen • Stadt / Kommune als die Ebene, die künftig mehr Entscheidungsmacht bekommt • Bürger intensiv bei Verkehrsentwicklungsgestaltung beteiligen • Kooperationen zwischen unterschiedlichsten Akteuren • Fahrzeuge an spezielle Bedürfnisse der Nutzer anpassen • Flottenangebot auf Prozesse ausrichten • Flexibilität und Austauschbarkeit des „Behälters“ gewährleisten Flexibilität der Nutzer • Veränderung der Stadtlogistik bringt Veränderung der Arbeitsbedingungen/Berufsbilder mit sich

Abb. 20: Zusammenfassende Darstellung der zentralen Forschungsergebnisse; Quelle: Eigene Darstellung.

Die Stadtlogistiklösungen, die zukünftig erarbeitet werden, werden meist stadtspezifischen Charakter haben und nicht automatisch den Anspruch der Übertragbarkeit auf andere Städte erfüllen. In modifizierter Form und unter Berücksichtigung der in dieser Studie identifizierten relevanten Faktoren wie Verkehrsaufkommen, (Verkehrs-)Infrastruktur, Flächenverfügbarkeit im privaten und öffentlichen Raum, Art der Wirtschaftsverkehre sowie Art und Dichte der bestehenden Bebauung, ist dies aber bei den meisten Lösungsansätzen durchaus denkbar.

Literaturverzeichnis

- Adam, Brigitte (2017): Wachstumsdruck in deutschen Großstädten. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/AnalysenKompakt/2017/ak-10-2017-dl.pdf;jsessionid=AFE41F93E57A7491F58A2926E122CEA1.live21304?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 20.09.2018.
- Adolf, Jörg; Balzer, Christoph; Haase, Frank; Lenz, Barbara; Lischke, Andreas; Knitschky, Gunnar (2016): Shell Nutzfahrzeug-Studie 2016. Diesel oder alternative Antriebe – womit fahren Lkw und Bus morgen? Fakten, Trends und Perspektiven bis 2040. Hg. v. Shell Deutschland Oil GmbH. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). Hamburg. Online verfügbar unter https://www.shell.de/promos/media/shell-goods-vehicle-study/_jcr_content.stream/1466682556570/1afd5e893c3de49d60cc4ec8dc39e00ba649f691a23089a99a5b608b9039846b/shell-nutzfahrzeugstudie.pdf, zuletzt geprüft am 18.07.2018.
- Arndt, Wulf-Holger (2018): Aktuelle Entwicklungen und Konzepte im urbanen Lieferverkehr. In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 5–9.
- Azmat, Muhammad (2015): Impact of autonomous vehicles on urban mobility. Institut für Transportwirtschaft und Logistik, WU Wien. Wien (Schriftenreihe des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik - Verkehr, 01/2015). Online verfügbar unter <http://epub.wu.ac.at/4633/>, zuletzt aktualisiert am 16.12.2015, zuletzt geprüft am 17.07.2018.
- Barker, James; Pleasants, Nicholas; Zhu, Shudan; Montine, Peter; Wilka, Rachel (2014): Automated Vehicles. Hg. v. University of Washington Technology Law and Public Policy Clinic. Seattle. Online verfügbar unter <https://digitalcommons.law.uw.edu/techclinic/4/>, zuletzt aktualisiert am 21.04.2014, zuletzt geprüft am 17.07.2018.
- Bartl, Michael (2015): The Future of Autonomous Driving. Introduction the Foresight Matrix to Support Strategic Planning. E-Journal Article (The Making-of Innovation, April 2015). Online verfügbar unter <http://www.michaelbartl.com/article/the-future-of-autonomous-driving-%E2%80%93-introducing-the-foresight-matrix-to-support-strategic-planning/>, zuletzt geprüft am 17.07.2018.
- Bauer, Uta; Lindloff, Kirstin; Stein, Thomas (2018): Mikro-Depots in innenstadtnahen Wohnquartieren. Erste Ergebnisse und Diskussionen im Rahmen des Forschungsprojekts "City2Share". In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 77–82.
- Becher, Gerhard; Gerres, Sebastian; Altenburg, Sven; Gründel, Torsten; Nagel, Ingrid; Grawenhoff, Sören et al. (2015): Automatisiert. Vernetzt. Elektrisch. Potenziale innovativer Mobilitätslösungen für Baden-Württemberg. Hg. v. e-mobil BW GmbH - Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie, Prognos AG, Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, TÜV Rheinland Consulting GmbH und Technische Universität Berlin. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/15502_Studie-Fahrzeugvernetzung_RZ_WebPDF.pdf, zuletzt geprüft am 20.07.2018.
- Bernecker, Tobias; Boysen, Jens (2018): Oberleitungs-Lkw und Kombierter Verkehr Straße/Schiene. In: Jahrbuch Logistik. Wuppertal: Unikat, S. 118–122.
- Bernecker, Tobias; Schwarz, Oliver; Winter, Elena; Raiber, Steffen (2016): Logistikinnovationen Baden-Württemberg. Eine Einschätzung aus Verlager- und Dienstleistersicht. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.logwert.de/content/dam/iao/logwert/de/documents/Studie%20Logistikinnovationen%20Baden-W%3BCrttemberg.pdf>, zuletzt geprüft am 04.07.2018.
- Bertelsmann Stiftung (Hg.) (2016a): Typ 2: Zentren der Wissensgesellschaft. Unter Mitarbeit von Carsten Große und Petra Klug. Online verfügbar unter <http://www.wegweiser-kommune.de/documents/10184/33037/Demographietyp+2.pdf>, zuletzt geprüft am 22.08.2017.

- Bertelsmann Stiftung (Hg.) (2016b): Typ 7: Wirtschaftszentren mit geringerer Wachstumsdynamik. Unter Mitarbeit von Carsten Große und Petra Klug. Online verfügbar unter <https://www.wegweiser-kommune.de/documents/10184/33037/Demographietyp+7.pdf/dd83f04d-7806-45d4-8b24-ebdfd94cc81b/Demographietyp+7.pdf.pdf>, zuletzt geprüft am 12.06.2017.
- Bienzeisler, Bernd; Bauer, Manuela; Mauch, Lars (2018): Screening City-Logistik. Europaweites Screening aktueller City-Logistik-Konzepte. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.logwert.de/de/unsere-projekte/Cityscreening/_jcr_content/contentPar/sectioncomponent/sectionParsys/linklist/linklistParsys/downloadcomponent/file.res/_C_/fakepath/Screening_City_Logistik_2018_Fraunhofer-IAO.pdf, zuletzt geprüft am 05.07.2018.
- Bienzeisler, Bernd; Braun, Steffen; Leyh, Jens (2016a): Zukunftsschau München 2040+. Hg. v. Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung. München. Online verfügbar unter [file:///C:/Users/mbauer/Downloads/LHM_Zukunftsschau_Web_01-1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/mbauer/Downloads/LHM_Zukunftsschau_Web_01-1%20(1).pdf), zuletzt geprüft am 28.06.2018.
- Bienzeisler, Bernd; Braun, Steffen; Leyh, Jens (2016b): Zukunftsschau München 2040+. Ergebnisse eines Szenario-Prozesses. Hg. v. Landeshauptstadt München: Referat für Stadtplanung und Bauordnung.
- Blebschmidt, Andreas; Lanzendorf, Martin; Wilde, Mathias (2015): Integrierte Stadtentwicklung und die Gestaltung nachhaltiger Mobilität - Zum Stand der Planungspraxis am Beispiel der Stadt Leipzig. In: *Raumforsch Raumordn* 76 (6), 423-437. DOI: 10.1007/s13147-015-0372-5.
- Bode, Volker (2002): Kriegszerstörung und Wiederaufbau deutscher Städte nach 1945. In: *Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland*, 5: Dörfer und Städte. Heidelberg: Spektrum Akademie Verlag, S. 88–91. Online verfügbar unter http://archiv.nationalatlas.de/wp-content/art_pdf/Band5_88-91_archiv.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Bracher, Tilman (2018): Wirtschafts- und Standortfaktor Radverkehr. Unter Mitarbeit von Martina Hertel und Tobias Klein. In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): *Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs*. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 10–14.
- Breuste, Jürgen; Keidel, Thomas (2008): Urbane und suburbane Räume als Kulturlandschaften - planerische Gestaltungsaufgaben. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (5), S. 279–288, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hg.) (2015): *Laufende Stadtbeobachtungen - Raumabgrenzungen. Großstadregionen*. Online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/Grossstadtregionen/Grossstadtregionen.html?nn=443048>, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hg.) (2017): *Dritte deutsche Teststrecke für Elektro-Lkw*. Pressemitteilung. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/dritte-deutsche-teststrecke-fuer-elektro-lkw/>, zuletzt aktualisiert am 18.12.2017, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hg.) (2017): *Startschuss für das Bundesprogramm Ladeinfrastruktur*. Pressemitteilung. Online verfügbar unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/019-dobrindt-e-ladesaeulenoffensive.html>, zuletzt aktualisiert am 15.02.2017, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2018): *Rahmenbedingungen und Anreize für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur*. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html>, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Bundesregierung Deutschland (Hg.) (2018): *Mobilität der Zukunft. Neue Kraftstoffe und Antriebe*. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energie-wende/Mobilitaet/mobilitaet_zukunft_node.html, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- DACHSER SE (Hg.) (2015): *El Carrito kommt auf leisen Sohlen*. Pressemitteilung vom 04.08.2015. Online verfügbar unter http://www.dachser.com/de/de/El-Carrito-comes-quietly_3692.htm, zuletzt aktualisiert am 04.08.2015, zuletzt geprüft am 23.07.2018.

- DACHSER SE (Hg.) (2017): Innovation: Dachser and Libner provide solutions for urban deliveries. Online verfügbar unter https://www.dachser.com/fr/en/Innovation-DACHSER-and-LIBNER-provide-solutions-for-urban-deliveries_1200.htm, zuletzt aktualisiert am 03.07.2017, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Donath, Andreas (2017): Deutsche Post stellt Elektro-Lkw mit 200 km Reichweite vor. Streetscooter Work XL. Hg. v. golem.de - IT News für Profis. Online verfügbar unter <https://www.golem.de/news/streetscooter-work-xl-deutsche-post-stellt-elektro-lkw-mit-200-km-reichweite-vor-1708-129529.html>, zuletzt aktualisiert am 17.08.2017, zuletzt geprüft am 01.08.2018.
- DPD (Hg.) (2018): Emissionsfreie Paketzustellung. DPD setzt in Hamburg ab sofort VW e-Crafter im Vorserientest ein. Online verfügbar unter https://www.dpd.com/de/unternehmen/unternehmen/presse_center/presse_mitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/emissionsfreie_paketzustellung_dpd_setzt_in_hamburg_ab_sofort_vw_e_crafter_im_vorserientest_ein, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Eckstein, Lutz; Form, Thomas; Maurer, Markus; Schöneburg, Rodolfo; Spiegelberg, Gernot; Stiller, Christoph (2018): Automatisiertes Fahren. VDI-Statusreport Juli 2018. Hg. v. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI-GEsellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Online verfügbar unter <https://www.vdi.de/presse/publikationen/publikationen-details/pubid/vdi-statusreport-automatisiertes-fahren/>, zuletzt geprüft am 20.07.2018.
- Ehren, Harald (2018): "Margen bei allen unter Druck". Otto-Vorstand Kay Schiebur: "Hermes wird Preise erhöhen und prüft Kooperationen". In: *Deutsche Verkehrs-Zeitung (DVZ)* 72, 18.07.2018 (29), S. 1.
- Elektromobilität NRW (Hg.) (2018): Fahrzeugtechnik. Technische Informationen zu Elektrofahrzeugen und Batterie. Online verfügbar unter <https://www.elektromobilitaet.nrw.de/elektromobilitaet/fahrzeugtechnik/>, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Emovum (Hg.) (2018): E-Ducato. Online verfügbar unter <http://www.emovum.com/de/e-ducato.html>, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Fink, Alexander; Rammig, Hannah (2013): Entwicklung von integrierten Szenarien zur Erreichung der umweltbezogenen Ziele der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Hg. v. Umweltbundesamt. ScMI AG Paderborn. Dessau-Roßlau (Texte, 4). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4425.pdf>, zuletzt geprüft am 09.08.2018.
- Flämig, Heike (2012): Fachgutachten Bedeutung des Güter- und Wirtschaftsverkehrs. Fortschreibung des Stadtentwicklungsplans "Verkehr und öffentlicher Raum". Online verfügbar unter http://english.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.6_Dez6_Stadtentwicklung_Bau/66_Verkehrs_und_Tiefbauamt/Fachgutachten_Flaemig.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2017.
- Forst, Michael (2018): 45 Städte testen schon den E-Bus: Jetzt geht es 22.000 Dieselnissen an den Kragen. Elektrobusse gefragt. Hg. v. Focus online. Online verfügbar unter https://www.focus.de/auto/news/elektrobusse-auf-dem-vormarsch-45-staedte-testen-schon-den-e-bus-jetzt-geht-es-22-000-dieselnissen-an-den-kragen_id_7566595.html, zuletzt aktualisiert am 16.02.2018, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Fraedrich, Eva; Kröger, Lars; Bahamonde-Birke, Francisco; Frenzel, Ina; Liedtke, Gernot; Trommer, Stefan et al. (2017): Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr. Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen. Hg. v. Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH (e-mobil BW), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF_2017/Studie_AutomatisiertesFahren.pdf, zuletzt geprüft am 20.07.2018.
- Gruber, Johannes; Rudolph, Christian (2016): Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr (WIV-RAD). Schlussbericht an das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Hg. v. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). Online verfügbar unter https://www.dlr.de/vf/Portaldata/12/Resources/dokumente/projekte/wiv_rad/wiv-rad-schlussbericht.pdf, zuletzt geprüft am 06.07.2018.
- Gueirard, Guy; Sleeman, Jon; Tornow, Alexandra; Loftus, Ryan; Weber, Frank; Weis, Willi; Scheunemann, Helge (2016): Die neue logistische (R)Evolution: Von einer produktionsorientierten zu

- einer verbraucherorientierten Supply Chain. Veränderungen der Supply Chain und deren Auswirkungen auf die Immobilienwelt. Hg. v. Jones Lang LaSalle GmbH (JLL). Online verfügbar unter <http://www.jll.de/germany/de-de/research/714/die-neue-logistische-revolution>, zuletzt geprüft am 04.07.2018.
- Hafen Mannheim (Hg.) (2017): Infrastruktur des Hafens. Online verfügbar unter <http://www.hafen-mannheim.de/de/wissenswertes/infrastruktur-des-hafens.html>, zuletzt geprüft am 24.08.2017.
- Heymann, Eric; Meister, Janina (2017): Das "digitale Auto". Mehr Umsatz, mehr Konkurrenz, mehr Kooperation. Deutschland-Monitor Digitale Ökonomie und struktureller Wandel. Hg. v. Schneider, Stefan, Deutsche Bank AG. Frankfurt a. M. (Deutsche Bank Research). Online verfügbar unter https://www.dbresearch.de/PROD/RPS_DE-PROD/PROD000000000445411/Das_%E2%80%9Edigitale_Auto%E2%80%9C3A_Mehr_Umsatz%2C_mehr_Konkurrenz%2C.pdf, zuletzt aktualisiert am 19.06.2017, zuletzt geprüft am 20.07.2018.
- Holthaus, Tim; Leerkamp, Bert; Wittenbrink, Paul (2018): Neue Güterverkehrskonzepte für die Stadt - das Beispiel Basel. In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 83–94.
- Holzmann Medien (Hg.) (2017): Marktübersicht Elektrotransporter (Handwerkmagazin). Online verfügbar unter <https://www.handwerk-magazin.de/?event=cmp.cst.downloads.getdownload-file&pk=850>, zuletzt geprüft am 24.07.2018.
- Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern (Hg.) (2004): „Woher kommt der Verkehr“. Statement von Herrn Dr. Rothkopf zu TOP: " Woher kommt der Verkehr" anlässlich der regionalen Verkehrskonferenz am 02.12.2004 in Neubiberg. Online verfügbar unter http://www.region-muenchen.com/verkehr/vk_konf/stm_ihk_rothkopf.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2017.
- Industrie- und Handelskammer zu Köln (Hg.) (2018): Die Ladezone im Blickpunkt. Anforderungen an die Güterversorgung in Köln und Leverkusen. Unter Mitarbeit von Klaus Esser, Judith Kurte, Astrid Obeng-Antwi, Ralf Bodganski, Ulrich S. Soénius und Frederik Hupperts. KE-CONSULT Kurte&Esser GbR; TH Nürnberg, IHK Köln. Online verfügbar unter https://www.ihk-koeln.de/upload/IHK_Studie_Ladezone_Onlinefassung_66820.pdf, zuletzt geprüft am 06.07.2018.
- Industrie- und Handelskammer zu Leipzig (Hg.) (2017): Wirtschaftliche Entwicklung der Stadt Leipzig. Online verfügbar unter https://www.leipzig.ihk.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/SOP/Konjunktur-_und_Strukturberichte/Entw_StadtLeipzig2016_Farbe.pdf, zuletzt geprüft am 23.08.2017.
- Klein, Tobias (2018): Alternativen für den privaten und wirtschaftlichen Lastentransport. Die (Wieder-)Entdeckung der Transporträder. In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 15–26.
- Kosow, Hannah; Gaßner, Robert (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. Unter Mitarbeit von Lorenz Erdmann und Beate-Josephine Luber. Berlin: IZT (Werkstattbericht / IZT, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, 103). Online verfügbar unter http://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT_WB103.pdf.
- Kraftfahrt-Bundesamt (Hg.) (2018): Bestand an Pkw am 01. Januar 2018 nach ausgewählten Kraftstoffarten. Online verfügbar unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2018_b_umwelt_dusl.html?nn=663524, zuletzt geprüft am 12.09.2018.
- Kuhn, Alexander; Bartnik, Dorothea; Rhiem, Walter (2013): Blue City Mannheim. Innovative Konzepte für Konversion und Ingenieursmeile. Online verfügbar unter https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/37608/bericht_130917_endfassung_blue_city_2_.pdf, zuletzt geprüft am 09.07.2017.
- Landeshauptstadt München (Hg.) (2018a): Förderprogramm Elektromobilität in München. muenchen.de - das offizielle Stadtportal. Online verfügbar unter https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Elektromobilitaet/Foerderprogramm_Elektromobilitaet.html, zuletzt geprüft am 20.09.2018.

- Landeshauptstadt München (Hg.) (2018b): Lärminderungsplanung. muenchen.de - das offizielle Stadtportal. Online verfügbar unter <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Laerm/Laermminderungsplanung.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2018.
- Landeshauptstadt München (Hg.) (2018c): Monatszahlen-Monitoring München. Bevölkerung - Geschlecht und Staatszugehörigkeit - Einwohner/innen gesamt. Online verfügbar unter <http://www.mstatistik-muenchen.de/monatszahlenmonitoring/atlas.html?indicator=i0&date=Jan&select=19,18&select2=JAHR&indicator2=i0>, zuletzt aktualisiert am Juli 2018, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Landeshauptstadt München (Hg.) (2018d): München in Zahlen. Eckdaten der Landeshauptstadt. muenchen.de - das offizielle Stadtportal. Online verfügbar unter <https://www.muenchen.de/sehenswuerdigkeiten/muenchen-in-zahlen.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Landeshauptstadt München (Hg.) (2018e): Radlnetz: Radlhauptstadt München. Online verfügbar unter <https://radlhauptstadt.muenchen.de/radlnetz/>, zuletzt geprüft am 09.08.2017.
- Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hg.) (2011): Verkehrspolitik München: City-Logistik aus der Perspektive einer Stadtverwaltung. Online verfügbar unter http://www.logistik-heute.de/sites/default/files/logistik-heute/fachforen/transport_logistic_2011_vortrag_horst_menz_pdf__20275.pdf, zuletzt aktualisiert am 2011, zuletzt geprüft am 14.06.2017.
- Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hg.) (2017): Demografiebericht München – Teil 1. Analyse und Bevölkerungsprognose 2015 bis 2035. Online verfügbar unter https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:5bcfb10e-5c87-4ae1-9d2deb2dd8a1d43d/2017_Demografiebericht1_2035.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Landeshauptstadt München, Statistisches Amt München (Hg.) (2017): Verkehr. Daten zum ÖPNV, Kfz - Statistik, Flugverkehr. Webmaster. Online verfügbar unter <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtfinfos/Statistik/Verkehr.html>, zuletzt aktualisiert am 07.09.2017, zuletzt geprüft am 07.09.2017.
- Landeshauptstadt München, Statistisches Amt München (Hg.) (2018): Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der Stadt München 2009 bis 2016. Online verfügbar unter <https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:883f8b0f-8bee-44b5-af14-7996c1749350/jt180501.pdf>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Landratsamt München (Hg.) (2017): Landkreis München - Straßenverkehr. Online verfügbar unter <http://www.landkreis-muenchen.de/auto-verkehr-sicherheit-ordnung/strassenverkehr/>, zuletzt geprüft am 06.06.2017.
- Langelage, Thomas (2017): Lieferhelden - Wege aus dem Zustellwahnsinn. Plan B. Weitere Beteiligte: Dennis Wells und Anette Hoth: taglicht media, ZDF. Online verfügbar unter <https://www.zdf.de/gesellschaft/plan-b/plan-b-lieferhelden-100.html>, zuletzt geprüft am 09.08.2018.
- LOGISTIK HEUTE Redaktion (2017): KEP: Ford kooperiert mit StreetScooter. In: *LOGISTIK HEUTE*, 17.08.2017. Online verfügbar unter <https://www.logistik-heute.de/node/17178>, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Metropolregion Rhein-Neckar (Hg.) (2018): Radschnellwege - eine Verbindung zwischen Wohn- und Arbeitsorten. Online verfügbar unter <https://www.m-r-n.com/was-wir-tun/themen-und-projekte/projekte/radschnellwege>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Metz, David (2018): Developing Policy for Urban Autonomous Vehicles. Impact on Congestion. In: *Urban Science* 2 (2), S. 33. DOI: 10.3390/urbansci2020033.
- Öko-Institut e.V. (Hg.) (2017): Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität. Synthesepapier zum Rohstoffbedarf für Batterien und Brennstoffzellen. Studie im Auftrag von Agora Verkehrswende. Online verfügbar unter https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Nachhaltige_Rohstoffversorgung_Elektromobilitaet/Agora_Verkehrswende_Synthesepapier_WEB.pdf, zuletzt geprüft am 04.07.2018.
- Priemer, Birgit; Baumann, Uli (2017): Elektroantrieb für Lkw. Mercedes Urban ETruck. Hg. v. Auto moto und sport. Online verfügbar unter <https://www.auto-motor-und-sport.de/news/mercedes-urban-etruck-elektroantrieb-fuer-lkw/>, zuletzt aktualisiert am 17.02.2017, zuletzt geprüft am 13.07.2018.

- Pukarthofer, Lars (2018): Weichenstellungen für eine nachhaltige KEP-Logistik in Innenstädten. In: Wulf-Holger Arndt und Tobias Klein (Hg.): Lieferkonzepte in Quartieren - die letzte Meile nachhaltig gestalten. Lösungen mit Lastenrädern, City-Cruisern und Mikro-Hubs. Berlin (Difu Impulse, 3/2018), S. 57–68.
- Raiber, Steffen; Feldwieser, Martin; Gattari, Claudio; Schif, Stefan (2016a): Urbaner logistischer Wirtschaftsverkehr. Projektabschlussbericht. Förderkennzeichen 16SBW005A, Schaufenster Elektromobilität, LivingLab BWemobil.
- Raiber, Steffen; Spindler, Helge; Feldwieser, Martin (2016b): Elektrischer Schwerlastverkehr im urbanen Raum. Zusammenfassung. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Online verfügbar unter <https://www.logwert.de/content/dam/iao/logwert/de/documents/schwerlastverkehr.pdf>, zuletzt geprüft am 09.07.2018.
- Randelhoff, Martin (2018): Cargohopper: Das Fahrzeug für eine stadtverträgliche, flächeneffiziente und schadstofffreie Innenstadtlogistik. Hg. v. ZUKUNFT MOBILITÄT. Online verfügbar unter <https://www.zukunft-mobilitaet.net/120226/konzepte/innenstadtlogistik-cargohopper-konzept-staedtischer-lieferverkehr-elektromobilitaet-ohne-stau/>, zuletzt aktualisiert am 25.01.2018, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Regierungspräsidium Karlsruhe (Hg.) (2006): Luftreinhalte-/ Aktionsplan für den Regierungsbezirk Mannheim. Teilplan Mannheim. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/2735/luftreinhalteplan.pdf>, zuletzt geprüft am 06.07.2017.
- Reibnitz, Ute (1992): Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. 2. Auflage. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-15720-5>.
- Reiter, Karl; Wrighton, Susanne (2014): Cycle Logistics - Moving Europe Forward. Potential to shift goods transport from cars to bicycles in European cities. Online verfügbar unter http://cyclelogistics.eu/docs/111/CycleLogistics_Baseline_Study_external.pdf, zuletzt geprüft am 04.07.2018.
- Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (Hg.) (2016): Die rnv in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.rnv-online.de/rnv/unternehmen/zahlen.html>, zuletzt geprüft am 13.07.2017.
- Schweikl, Tobias (2017): Elektromobilität: MAN entwickelt erste E-Lkw. Pressemitteilung. Hg. v. Logistra - Das Praxismagazin für Nfz-Fuhrpark und Lagerlogistik. Online verfügbar unter <https://www.logistra.de/news-nachrichten/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik/8533/maerkte-amp-trends/elektromobilitaet-man-entwickelt-erste-e-lkw>, zuletzt aktualisiert am 20.02.2017, zuletzt geprüft am 13.07.2018.
- Spiegel ONLINE (Hg.) (2017): Post testet selbstfahrende Lieferwagen. Autonome StreetScooter. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/post-testet-selbstfahrende-street-scooter-a-1172300.html>, zuletzt aktualisiert am 10.10.2017, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Stadt Leipzig (Hg.) (2017a): Öffentlicher Personennahverkehr. Online verfügbar unter <http://www.leipzig.de/wirtschaft-und-wissenschaft/investieren-in-leipzig/infrastruktur/verkehrsinfrastruktur/oeffentlicher-personennahverkehr-oepnv/>, zuletzt geprüft am 07.09.2017.
- Stadt Leipzig (Hg.) (2017b): Wirtschaftsstandort. Online verfügbar unter <http://www.leipzig.de/wirtschaft-und-wissenschaft/investieren-in-leipzig/wirtschaftsstandort/>, zuletzt geprüft am 23.08.2017.
- Stadt Leipzig (Hg.) (2018): Leipzig Informationssystem - Wirtschaft. Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung. Online verfügbar unter <https://statistik.leipzig.de/statcity/table.aspx?cat=8&rub=12>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (Hg.) (2015): Bevölkerungsvorausschätzung 2016. Methoden- und Ergebnisbericht. Amt für Statistik und Wahlen. Leipzig. Online verfügbar unter http://www.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.1_Dez1_Allgemeine_Verwaltung/12_Statistik_und_Wahlen/Stadtforschung/Bevoelkerungsvorausschaetzung_2016.pdf.
- Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (Hg.) (2018a): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 2013 bis 2017. Online verfügbar unter https://statistik.leipzig.de/statpubl/content/12_statistik-und-wahlen/jahrbuecher/Kapitel10.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (Hg.) (2018b): Daten und Informationen 2018. Online verfügbar unter <https://www.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig->

- de/Stadt/02.1_Dez1_Allgemeine_Verwaltung/12_Statistik_und_Wahlen/Statistik/Leipzig_fb_Daten_und_Informationen.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (Hg.) (2018c): Statistischer Quartalsbericht II/2018. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/de/service-bieten/bunte-stadt/stadtteileben/innenstadtjungbusch>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz (Hg.) (2016): Klimawandel. Anpassungsstrategien für Leipzig. Amt für Umweltschutz. Leipzig.
- Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau (Hg.) (2012): Radverkehrsentwicklungsplan 2010 -2020 der Stadt Leipzig. Online verfügbar unter https://www.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.6_Dez6_Stadtentwicklung_Bau/66_Verkehrs_und_Tiefbauamt/radverkehrsentwicklungsplan_2010_2020_text.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2017.
- Stadt Leipzig, Dezernat Stadtentwicklung und Bau (Hg.) (2015): Stadtentwicklungsplan Verkehr und öffentlicher Raum. Erste Fortschreibung. Leipzig (Blaue Reihe - Beiträge zur Stadtentwicklung, 56). Online verfügbar unter https://www.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.6_Dez6_Stadtentwicklung_Bau/66_Verkehrs_und_Tiefbauamt/StEP/StEP_Verkehr.pdf.
- Stadt Mannheim (Hg.) (2017): Verkehr, Umwelt, Klima. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/de/stadt-gestalten/daten-und-fakten/verkehr-umwelt-klima>, zuletzt geprüft am 09.07.2017.
- Stadt Mannheim (Hg.) (2018a): Bunte Stadt - Stadtteileben - Innestadt/Jungbusch. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/de/service-bieten/bunte-stadt/stadtteileben/innenstadtjungbusch>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Mannheim (Hg.) (2018b): Wirtschaftsstandort. Mannheim in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/de/wirtschaft-entwickeln/wirtschaftsstandort/mannheim-in-zahlen>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Mannheim - Kommunale Statistikstelle (Hg.) (2016): Kleinräumige Bevölkerungsprognose 2036. Mannheim. Online verfügbar unter https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/2407/b201606_prognose_2036_v2.pdf, zuletzt geprüft am 11.07.2017.
- Stadt Mannheim - Kommunale Statistikstelle (Hg.) (2018): Daten und Fakten. Bevölkerung. Online verfügbar unter <https://www.mannheim.de/de/stadt-gestalten/daten-und-fakten/bevoelkerung>, zuletzt aktualisiert am 31.12.2017, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Stadt Mannheim- Fachbereich Städtebau (Hg.) (2013): Strukturplanung Konversion. Bericht. Online verfügbar unter https://www.mannheim.de/sites/default/files/page/58988/strukturplanung_konversion_-_bericht_teil_a.pdf, zuletzt geprüft am 12.07.2017.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2015): Statistische Berichte Baden-Württemberg. Kraftfahrzeuge in Baden-Württemberg 2015. Online verfügbar unter http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Service/Veroeff/Statistische_Berichte/356315001.pdf, zuletzt geprüft am 12.07.2017.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2017): Bevölkerung, Gebiet und Bevölkerungsdichte. Daten für die Universitätsstadt Mannheim: Gemeindegebiet, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Bevoelkerung/01515020.tab?R=GS222000>, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- Statistisches Landesamt Bayern (Hg.) (2018): Bevölkerungsentwicklung in den kreisfreien Städten und Landkreisen Bayerns. Veränderung 2036 gegenüber 2016 in Prozent. Online verfügbar unter https://www.statistik.bayern.de/medien/statistik/demwa/karte_bvb_2016_2036.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2018.
- StreetScooter (Hg.) (2018): StreetScooter Work 20 kWh. Technische Daten. Online verfügbar unter <https://www.streetscooter.eu/produkte/work-20-kwh>, zuletzt geprüft am 23.07.2018.
- Technikneuheiten.com (Hg.) (2016): Neuer VW-Crafter ab 2017 emissionsfrei im Einsatz. Online verfügbar unter <https://www.technikneuheiten.com/neuer-vw-e-crafter-ab-2017-emissionsfrei-im-einsatz/>, zuletzt aktualisiert am 23.09.2016, zuletzt geprüft am 24.07.2018.
- VDA Verband der Automobilindustrie e.V. (Hg.): Automatisierung. Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren. Potsdam (VDA Magazin).

Expertenverzeichnis

Expertenliste

B

Jan Becker

Stadt Leipzig

Peter Blösl

Dr. Dagmar Bross-Geis

IHK Rhein-Neckar

Manuela Budich

Stadt Leipzig

Stefan Burger

Handwerkskammer für
München und Oberbay-
ern

E

Regina Ellenbracht

IHK Rhein-Neckar

Andreas Erzkamp

LVZ Logistik GmbH

F

Christian Freitag

GO! Express & Logistik
GmbH

G

Barbara Garthe

Sächsisches Staatsminis-
terium für Wirtschaft,
Arbeit und Verkehr

Michael Glöckner

Universität Leipzig

Martin Grismajer

Sächsische Energieagen-
tur – SAENA GmbH

H

Frank Hahn

IHK zu Leipzig

Alexx Henke

Daimler AG

Heino Jahn

Abfallwirtschaftsbetrieb
München

K

Daniel Kasack

Amazon Logistics
GmbH

Sondra Keller

Bombardier Primove
GmbH

Stefan Kerscher

Rapid Kurierdienste KG

Rolf Koch

Handwerkskammer
Mannheim
Rhein-Neckar-Odenwald

Christoph Kohler

TransnetBW GmbH

L

Jessica Le Bris

Green City Projekt
GmbH

Joseph Löser

Sächsische Energieagen-
tur - SAENA GmbH

M

Tobias Männel

Deutsche Bahn AG

Dr. Wolfgang Miodek

Stadt Mannheim

Dr. Stefan Mutke

Universität Leipzig

N

Katharina Neidhart

P

Lutz Pauels

Werbegemeinschaft
Mannheim
City e.V.

Georg Pins

Stadt Mannheim

R

Christiane Ram

Stadt Mannheim

Walter Rhiem

MVV Regioplan GmbH

Irina Riehle

Landeshauptstadt Mün-
chen

Dr. Martin Roth

S

Oliver Schutte

FedEx Express Germany
GmbH

Alexander Sebald

Deutsche Post AG

Marie-Louise Seifert

Mihael Slavic

Tiramizoo GmbH

Dr. Andreas Söhnel

Klaus Stodick

Simone Streller

Handelsverband Bayern
e.V.

Kerstin Swoboda

IHK für München und
Oberbayern

T

Georg Tinnefeld

Green City Project
GmbH

V

Alexandra Volkwein

W

Jutta Weyl

Stadt Mannheim

Bisher in der FAT-Schriftenreihe erschienen (ab 2014)

Nr.	Titel
263	Laserstrahlschweißen von Stahl an Aluminium mittels spektroskopischer Kontrolle der Einschweißtiefe und erhöhter Anbindungsbreite durch zweidimensional ausgeprägte Schweißnähte, 2014
264	Entwicklung von Methoden zur zuverlässigen Metamodellierung von CAE Simulations-Modellen, 2014
265	Auswirkungen alternativer Antriebskonzepte auf die Fahrdynamik von PKW, 2014
266	Entwicklung einer numerischen Methode zur Berücksichtigung stochastischer Effekte für die Crashsimulation von Punktschweißverbindungen, 2014
267	Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr - Teil 1, 2014
268	Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr - Teil 2, 2014
269	Schwingfestigkeitsbewertung von Schweißnahtenden MSG-geschweißter Feinblechstrukturen aus Aluminium, 2014
270	Physiologische Effekte bei PWM-gesteuerter LED-Beleuchtung im Automobil, 2015
271	Auskunft über verfügbare Parkplätze in Städten, 2015
272	Zusammenhang zwischen lokalem und globalem Behaglichkeitsempfinden: Untersuchung des Kombinationseffektes von Sitzheizung und Strahlungswärmeübertragung zur energieeffizienten Fahrzeugklimatisierung, 2015
273	UmCra - Werkstoffmodelle und Kennwertermittlung für die industrielle Anwendung der Umform- und Crash-Simulation unter Berücksichtigung der mechanischen und thermischen Vorgeschichte bei hochfesten Stählen, 2015
274	Exemplary development & validation of a practical specification language for semantic interfaces of automotive software components, 2015
275	Hochrechnung von GIDAS auf das Unfallgeschehen in Deutschland, 2015
276	Literaturanalyse und Methodenauswahl zur Gestaltung von Systemen zum hochautomatisierten Fahren, 2015
277	Modellierung der Einflüsse von Porenmorphologie auf das Versagensverhalten von Al-Druckgussteilen mit stochastischem Aspekt für durchgängige Simulation von Gießen bis Crash, 2015
278	Wahrnehmung und Bewertung von Fahrzeugaußengeräuschen durch Fußgänger in verschiedenen Verkehrssituationen und unterschiedlichen Betriebszuständen, 2015
279	Sensitivitätsanalyse rollwiderstandsrelevanter Einflussgrößen bei Nutzfahrzeugen – Teil 3, 2015
280	PCM from iGLAD database, 2015
281	Schwere Nutzfahrzeugkonfigurationen unter Einfluss realitätsnaher Anströmbedingungen, 2015
282	Studie zur Wirkung niederfrequenter magnetischer Felder in der Umwelt auf medizinische Implantate, 2015
283	Verformungs- und Versagensverhalten von Stählen für den Automobilbau unter crashartiger mehrachsiger Belastung, 2016
284	Entwicklung einer Methode zur Crashsimulation von langfaserverstärkten Thermoplast (LFT) Bauteilen auf Basis der Faserorientierung aus der Formfüllsimulation, 2016
285	Untersuchung des Rollwiderstands von Nutzfahrzeugreifen auf realer Fahrbahn, 2016

- 286 χ MCF - A Standard for Describing Connections and Joints in the Automotive Industry, 2016
- 287 Future Programming Paradigms in the Automotive Industry, 2016
- 288 Laserstrahlschweißen von anwendungsnahen Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau, 2016
- 289 Untersuchung der Bewältigungsleistung des Fahrers von kurzfristig auftretenden Wiederübernahmesituationen nach teilautomatischem, freihändigem Fahren, 2016
- 290 Auslegung von geklebten Stahlblechstrukturen im Automobilbau für schwingende Last bei wechselnden Temperaturen unter Berücksichtigung des Versagensverhaltens, 2016
- 291 Analyse, Messung und Optimierung des Ventilationswiderstands von Pkw-Rädern, 2016
- 292 Innenhochdruckumformen laserstrahlgelöteter Tailored Hybrid Tubes aus Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau, 2017
- 293 Filterung an Stelle von Schirmung für Hochvolt-Komponenten in Elektrofahrzeugen, 2017
- 294 Schwingfestigkeitsbewertung von Nahtenden MSG-geschweißter Feinbleche aus Stahl unter kombinierter Beanspruchung, 2017
- 295 Wechselwirkungen zwischen zyklisch-mechanischen Beanspruchungen und Korrosion: Bewertung der Schädigungsäquivalenz von Kollektiv- und Signalformen unter mechanisch-korrosiven Beanspruchungsbedingungen, 2017
- 296 Auswirkungen des teil- und hochautomatisierten Fahrens auf die Kapazität der Fernstraßeninfrastruktur, 2017
- 297 Analyse zum Stand und Aufzeigen von Handlungsfeldern beim vernetzten und automatisierten Fahren von Nutzfahrzeugen, 2017
- 298 Bestimmung des Luftwiderstandsbeiwertes von realen Nutzfahrzeugen im Fahrversuch und Vergleich verschiedener Verfahren zur numerischen Simulation, 2017
- 299 Unfallvermeidung durch Reibwertprognosen, 2017
- 300 Thermisches Rollwiderstandsmodell für Nutzfahrzeugreifen zur Prognose fahrprofilspezifischer Energieverbräuche, 2017
- 301 The Contribution of Brake Wear Emissions to Particulate Matter in Ambient Air, 2017
- 302 Design Paradigms for Multi-Layer Time Coherency in ADAS and Automated Driving (MULTIC), 2017
- 303 Experimentelle Untersuchung des Einflusses der Oberflächenbeschaffenheit von Scheiben auf die Kondensatbildung, 2017
- 304 Der Rollwiderstand von Nutzfahrzeugreifen unter realen Umgebungsbedingungen, 2018
- 305 Simulationsgestützte Methodik zum Entwurf intelligenter Energiesteuerung in zukünftigen Kfz-Bordnetzen, 2018
- 306 Einfluss der Kantenbearbeitung auf die Festigkeitseigenschaften von Stahl-Feinblechen unter quasistatischer und schwingender Beanspruchung, 2018
- 307 Fahrerspezifische Aspekte beim hochautomatisierten Fahren, 2018
- 308 Der Rollwiderstand von Nutzfahrzeugreifen unter zeitvarianten Betriebsbedingungen, 2018
- 309 Bewertung der Ermüdungsfestigkeit von Schraubverbindungen mit gefurchtem Gewinde, 2018
- 310 Konzept zur Auslegungsmethodik zur Verhinderung des selbsttätigen Losdrehens bei Bauteilsystemen im Leichtbau, 2018
- 311 Experimentelle und numerische Identifikation der Schraubenkopferschiebung als Eingangsgröße für eine Bewertung des selbsttätigen Losdrehens von Schraubenverbindungen, 2018
- 312 Analyse der Randbedingungen und Voraussetzungen für einen automatisierten Betrieb von Nutzfahrzeugen im innerbetrieblichen Verkehr, 2018

- 313 Charakterisierung und Modellierung des anisotropen Versagensverhaltens von Aluminiumwerkstoffen für die Crashsimulation, 2018
- 314 Definition einer „Äquivalenten Kontakttemperatur“ als Bezugsgröße zur Bewertung der ergonomischen Qualität von kontaktbasierten Klimatisierungssystemen in Fahrzeugen, 2018
- 315 Anforderungen und Chancen für Wirtschaftsverkehre in der Stadt mit automatisiert fahrenden E-Fahrzeugen (Fokus Deutschland), 2018

Impressum

Herausgeber	FAT Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. Behrenstraße 35 10117 Berlin Telefon +49 30 897842-0 Fax +49 30 897842-600 www.vda-fat.de
ISSN	2192-7863
Copyright	Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) 2018

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
www.vda.de
Twitter @VDA_online

VDA | Verband der
Automobilindustrie

Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
www.vda.de/fat

FAT | Forschungsvereinigung
Automobiltechnik