

Internetbasierte Mobilitätsdienste – Ein Lösungsansatz zur effizienten individuellen Mobilität?

Thomas Schuster*, Lukas Waidelich

Hochschule Pforzheim, Institut für Smart Systems und Services, Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim, Deutschland

Abstract

Mobilität ist durch Individualverkehr geprägt. Dies prägt nach wie vor die Infrastrukturentwicklung unserer Städte. Das Modell der autofreundlichen Stadt hat sich stark weiterentwickelt, offenbart jedoch Effizienzschwächen. In aufstrebenden Metropolen mit hohen Wachstumsraten verschärft sich dies. Neben Überlastung ist Umweltverschmutzung ein Hauptproblem. In diesem Artikel geben wir einen Überblick über neue, digitale Mobilitätsdienste, die auch intermodale Angebote beinhalten und diskutieren mögliche Auswirkungen.

Schlagwörter/Keywords:

Mobilität, Intermodale Mobilität, Sharing Economy, Digitale Dienstleistungen, Mobilitätsdienstleistungen

1. Einleitung

Bevölkerungswachstum und zunehmendes Verkehrsaufkommen sowohl durch individuelle Mobilität als auch durch Frachtlogistik führen zu Staus und Verschmutzung [1]–[3]. Vor allem Metropolen leiden unter diesen Auswirkungen. Dort wird ein großer Teil dieser Probleme durch Automobile verursacht. Im Laufe des 20. Jahrhunderts entstand das Modell einer autofreundlichen Stadt und wurde seither weiterentwickelt. Insbesondere in den Industrieländern dominieren Autos die Infrastrukturentwicklung. Gebiete mit mehr als 800.000 Einwohnern leiden unter Stauspitzen, wie der TomTom Traffic Index [4] zeigt. Die Kennzahl Stau-Level zeigt den Anstieg der gesamten Reisezeit in Relation zu einer staufreien Situation. Das allgemeine Stau-Level ist beachtlich hoch. Speziell im Feierabendverkehr ist das Pendeln mit dem Auto typischerweise staubelastet (vgl. Tabelle 1), dennoch zeigt sich hier bislang wenig Änderungsverhalten seitens der Bürger. Daher konzentriert sich die Verkehrsplanung und das Verkehrsmanagement in der Regel auf die Straßenplanung, den Straßenbau und die Entwicklung von zentralisierten Verkehrsleitsystemen. Gleichzeitig veranlasst diese Entwicklung den öffentlichen Sektor aber auch, alternative Verkehrsmittel zu fördern und bereitzustellen. Öffentliche Verkehrsmittel werden beispielsweise auf kommunaler, regionaler oder nationaler Ebene gefördert.

In einigen Ländern, wie bspw. im Vereinigten Königreich, werden öffentlich-private Partnerschaften für den Betrieb des öffentlichen Verkehrs geschlossen. Manchmal werden Vorschriften oder Sanktionen des Individualverkehrs zur Unterstützung alternativer Verkehrsträger erlassen. Ein bekanntes und zugleich erfolgreiches Beispiel ist die Londoner City-Maut [5]. Durch die Gebühr kann der Verkehr, der durch Autos verursacht wird, um 14% und Staus um 30% reduziert werden [5]. Ein anderes Beispiel für die geplante Unterstützung anderer Verkehrsträger sind die vom deutschen Staat erlassenen Vorschriften. So versuchte das Bundesverkehrsministerium Ende der 1950er Jahre, den schienengebundenen Güterverkehr zu unterstützen, indem es die maximale Größe von Lastkraftwagen und Anhängern reduzierte. Dies erwies sich jedoch als unwirksam, da die Hersteller einen neuen Lkw-Typ entwickelten, mit dem eine kleinere Fahrerkabine eine größere Beladung ermöglichte. Zweifelsohne gibt es viele weitere Beispiele, bei denen der öffentliche Sektor versucht oder erfolgreich die Wahl des Verkehrsmittels der Bürger beeinflusst hat. Bei der individuellen Mobilität hingegen sanken die Kosten für den Kauf und den Betrieb von Autos im Vergleich zum Durchschnittslohn. Dies förderte den Kauf und die Nutzung von Automobilen. Die aktuelle Diskussion und Förderung von Elektromobilität kann zwar einen Beitrag zur Reduktion lokaler Verschmutzung leisten, zeigt jedoch keinen Einfluss auf die Stau-Situ-

* Korrespondierender Autor.

E-Mail: thomas.schuster@hs-pforzheim.de (T. Schuster)

ation, da es sich lediglich um einen Wechsel des Antriebsstrangs handelt.

In diesem Artikel werden wir uns auf die individuelle Mobilität konzentrieren und den Einfluss von digitalen Mobilitätsdiensten und Assistenten beleuchten. Der Artikel ist wie folgt strukturiert: In Abschnitt 2 werden einige Statistiken vorgestellt, die sich auf die Nutzung und Veränderung der Verkehrsträger konzentrieren. Darüber hinaus werden wir die damit in Verbindung stehenden Arbeiten zur Verringerung der Verkehrsstaus diskutieren. Die Herausforderungen, die sich aus diesen Erkenntnissen ergeben, werden in Abschnitt 3 erläutert. In Abschnitt 4 werden Mobilitätsdienstleistungen vorgestellt, die eine weitere Verschiebung der Transportauslastung versprechen und damit die Gesamtsituation verbessern könnten. Abschnitt 5 dieses Artikels fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen. Das letzte Kapitel schließt mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungsarbeiten ab.

2. Verwandte Arbeiten

In diesem Abschnitt werden wir die aktuelle Situation anhand von Verkehrsdaten analysieren und die damit verbundenen Arbeiten diskutieren. Der nächste Unterabschnitt enthält statistische Daten über die Verkehrsentwicklung und das Mobilitätsverhalten. Insbesondere die monomodale Fahrzeugauslastung und das intermodale Fahrverhalten stehen dabei im Fokus. Im zweiten Teilabschnitt werden bekannte Ansätze zur Reduzierung von Staus vorgestellt.

2.1 Verkehrsstatistiken

Regionen mit hohen Wirtschaftswachstumsraten, zu meist in Entwicklungsländern, leiden am meisten unter der Verkehrsüberlastung (vgl. Tabelle 1 und [1]).

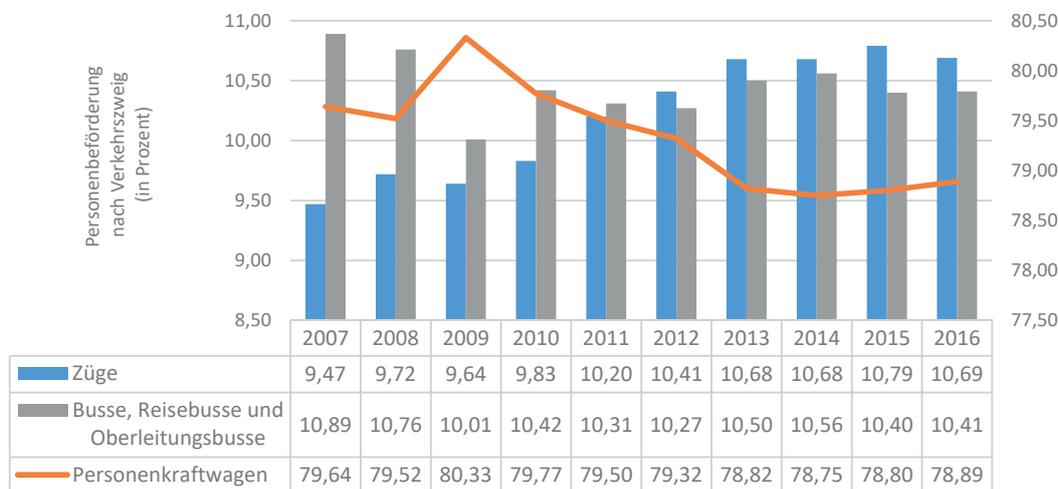
Tabelle 1: Stau-Level der Top 10 Städte global [4]

Rang	Stadt	Stau-Level			
		Allgemein	+/-	Morgens	Abends
1	Mexiko City (MEX)	66%	7%	96%	101%
2	Bangkok (THAI)	61%	4%	91%	118%
3	Jakarta (INO)	58%	-	63%	95%
4	Chongqing (CHN)	52%	14%	90%	94%
5	Łódź (PL)	51%	-3%	65%	88%
6	Bukarest (RUM)	50%	7%	90%	98%
7	Istanbul (TRK)	49%	-1%	63%	91%
8	Chengdu (CHN)	47%	6%	74%	79%
9	Rio de Janeiro (BRA)	47%	0%	63%	81%
10	Tainan (TWN)	46%	10%	51%	71%
11	Peking (CHN)	46%	8%	72%	84%
12	Changsha (CHN)	45%	8%	70%	82%
13	Los Angeles (USA)	45%	4%	62%	84%
14	Moskau (R)	44%	0%	71%	94%
15	Guangzhou (CHN)	44%	7%	58%	85%

Dies ist typischerweise mit einem signifikanten Anstieg der PKW-Nutzung verbunden. So ist beispielsweise in China der Absatz von Kraftfahrzeugen deutlich angestiegen (von 2008 bis 2018 um das 3-fache – nur PKW: um das 3,5-fache, nur LKW: um das 1,7-fache, siehe [6]). Im Gegensatz dazu nahm die relative Bedeutung des Personenkraftwagens als Hauptverkehrsmittel im Personenverkehr in 15 Mitgliedsstaaten der EU zuletzt etwas ab. An der Spitze dieser Entwicklung steht Frankreich (im Zeitraum 2010 bis 2016 sank der Pkw-Anteil um 4%), gefolgt von der Slowakei (3,2%) und der Schweiz (3%). Die Entwicklung der anteiligen Verkehrsmittelnutzung aus der letzten Dekade ist in Abbildung 1 für zehn EU-Länder dargestellt [6].

Verglichen mit früheren Untersuchungen werden Personen heute weniger von nur einem einzigen Verkehrsmittel angesprochen. Während Autos immer noch dominant sind, beobachten wir Veränderungen und stellen die Zunahme alternativer Verkehrsträger (z.B. Schiene und Fahrrad) fest. Beide Veränderungen stehen oft im Zusammenhang mit Sharing Economy-Konzepten und internetbasierten Mobilitätsdiensten. Wie in Abbildung 2 dargestellt, nutzen

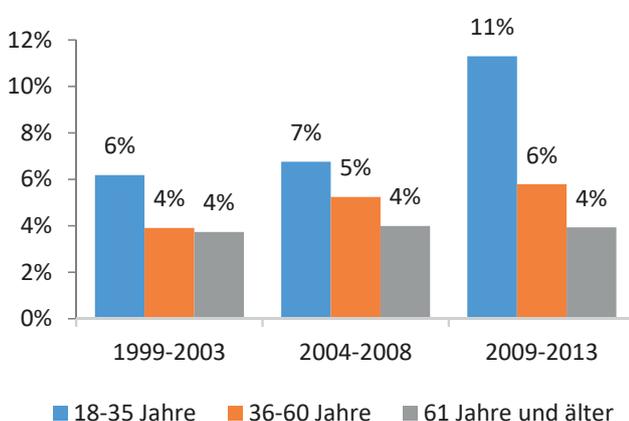
Abbildung 1: Modal Split – Die 10 wichtigsten EU-Länder mit den höchsten Zuwachsraten für Zugverkehr [6]



insbesondere junge Menschen zunehmend mehrere Verkehrsmittel [7]. Sie zeigen zunehmend ein multi- oder sogar intermodales Verkehrsverhalten. Multimodales Mobilitätsverhalten zeigt sich, wenn Personen ihr Hauptverkehrsmittel für längere Fahrten umstellen (z.B. verschiedene Fahrten innerhalb einer Woche). Unter einer intermodalen Beförderung wird eine Kombination mehrerer Verkehrsmittel während einer einzigen Fahrt verstanden, z.B. eine Fahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln in Kombination mit Fahrrad oder Auto. Außerdem werden anscheinend verschiedene Verkehrsmittel in Bezug auf spezifische Situationen (Kontext der Reise und persönliche Präferenzen) eingesetzt. Darüber hinaus wird die Verkehrsmittelwahl an die spezifische Situation (Kontext der Reise und persönliche Präferenzen) angepasst.

Betrachtet man die für Europa verfügbaren statistischen Daten, so scheint es, dass die Verringerung der monomodalen Fahrzeugnutzung und des erhöhten intermodalen Fahrverhaltens auch mit dem Alter und der Affinität zu Internet-Diensten zusammenhängt. Laut Eurostat [6] weisen internetbasierte Dienste in Ländern, die erfolgreich alternative Verkehrsmittel fördern, höhere Wachstumsraten auf. Im Hinblick auf die Prognosen der allgemeinen modalen Entwicklung ist dieser Aspekt besonders interessant. Zu diesem Zeitpunkt wissen wir, dass jüngere Menschen eher zu intermodalen Verkehrsmustern tendieren. Die Einführung von Sharing-Konzepten und die Internetnutzung stehen in einer Korrelation zueinander. Dennoch ist heute noch immer nicht geklärt, ob hierin auch ein längerfristiger und kausaler Zusammenhang besteht. Offen ist also die Frage, ob diese Menschen ihr Verhalten wieder ändern, wenn sie älter werden, oder ob sie ihre Einstellung beibehalten. Ein weiterer möglicher kausaler Zusammenhang könnte durch das Einkommensniveau oder andere persönliche Präferenzen gegeben sein, auch dies ändert sich typischerweise mit dem Alter.

Abbildung 2: Anteil der Personengruppen mit multimodalem Verkehrsverhalten [7]



2.2 Ansätze zur Verbesserung des Verkehrsflusses

Um die Verkehrsüberlastung zu reduzieren, werden verschiedene Ansätze verfolgt. Dies beinhaltet im Wesentlichen drei verschiedene Ansätze: (1) Verringerung der Verkehrsüberlastung durch die Modernisierung der Infrastruktur, (2) Vermeidung von Verkehrsüberlastung durch intelligente Streckenführung und (3) Verringerung der Verkehrsüberlastung durch alternative Dienste. Letzteres beinhaltet die Idee der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel sowie ein Dienstleistungskonzept, um den Bedarf von individueller Mobilität zu reduzieren.

Infrastrukturveränderungen gehören zum Bereich der städtischen oder regionalen Verkehrsplanung und des Verkehrsmanagements. In den letzten Jahrzehnten wurde eine Vielzahl von Forschungsarbeiten durchgeführt, die auf prädiktiver Analytik und Optimierungsmethoden basieren, um die Verkehrsplanung zu verbessern. Verkehrsleitmodelle zur Unterstützung der Infrastrukturplanung erkennen individuelle Verhaltensmuster (einschließlich wann, wo und warum eine Person mobil ist). In einem zweiten Schritt wird das individuelle Verhalten in einem Gesamtsystem zusammengefasst, das Informationen für fundierte Entscheidungen bezüglich Verwaltung, Kontrolle und Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur liefern kann [8], [9]. Im Sinne der Gesellschaft werden diese Berechnungen zur Entscheidungsfindung für öffentliche Investitionen herangezogen. Die Verkehrsplanung basiert in der Regel auf einem hierarchischen Prozess [9], [10], bei dem Entscheidungen der öffentlichen Hand im Sinne einer Verbesserung der Gesamtleistung des Verkehrsnetzes abzielen. In Anbetracht der Tatsache, dass nach wie vor viele Personen individuell und mit dem Automobil unterwegs sind, führen viele dieser Anstrengungen zu Investitionen im Straßenbau.

Da Personen die Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit von Faktoren wie Zweck, Route, Art der Reise, Herkunft und Ziel ihrer Reise sowie persönliche Präferenzen treffen, beschäftigen sich zahlreiche Untersuchungen mit der Routenoptimierung. In diesem Bereich existieren auch zahlreiche Arbeiten für den Güterverkehr. Bei Frachtverkehr und größeren Fahrzeugflotten kann die Routenoptimierung den Spediteuren wertvolle Zeit und Kosten einsparen. Eine optimale Streckenführung resultiert in einem verminderten Kraftstoffverbrauch, was mit einer Reduktion des Kohlendioxidausstoßes einhergeht. Die intelligente Streckenführung wird seit fast 50 Jahren erforscht. Dazu gehört die Idee der Umleitung auf Basis der aktuellen Verkehrssituation und der Vorplanung auf Basis der Verkehrsprognose. Bei der Routenführung auf Basis von Echtzeit-Verkehrsinformationen wird davon ausgegangen, dass Verkehrsstaus durch intelligentes Routenplanung reduziert werden können [11]. In den letzten Jahrzehnten wurden viele verschiedene Algorithmen und Darstellungsformen getestet [12]. Diese Entwicklung wurde in den 60er und frühen 70er Jahren von großen Ballungsgebieten initiiert, die damit begannen, Technologien zur Ver-

kehrüberwachung und Echtzeit-Informationsverbreitung zu entwickeln und zu testen. Heutzutage wird die Verkehrsentwicklung durch Informationen auf Basis von drahtlosen Netzwerken, Smartphones und anderen GPS-Geräten (z.B. fahrzeugintegrierte Systeme) gestützt, die von modernen Informationssystemen und deren Betreibern genutzt werden – im Falle der Navigation wären bspw. TomTom oder Google zu nennen [13]–[15]. In der Literatur herrscht Einigkeit darüber, dass ein sogenannter Sättigungseffekt eintritt, sobald die Informationen von einer bestimmten Anzahl an Nutzern verwendet wird [16]. Daher wurden Routing-Algorithmen auch um Parkmodelle [17]–[19] und Ad-hoc-Modi [20]–[23] erweitert. Neben mehreren Ansätzen in der Logistik, einschließlich der Routenplanung, wurden auch alternative Transportmittel vorgeschlagen [22], [24]–[26]. Informationen können dazu führen, dass Fahrer die Abfahrtszeiten so anpassen, dass sie die Verkehrsstaus beeinflussen. Neben intelligenten Routing- und Informationssystemen gibt es einen weiteren psychologischen Aspekt. Anwender neigen dazu, Vorschläge anzunehmen, sobald ihre Präferenzen erfüllt sind. Dazu gehören die Gestaltung der Benutzeroberfläche, des Transportmodus (bei Ad-hoc-Entscheidungen), der Kosten, der ungefähren Verzögerung und des Fahrerkomforts.

3. Herausforderungen und Motivation

Einerseits scheinen die Menschen in vielen Metropolen zu akzeptieren, dass sie im Alltag mit Staus zu kämpfen haben. Bei hohen Wachstumsraten der Städte verschlechtert sich diese Situation jedoch weiter. Andererseits scheint es angesichts der aktuellen Wachstumsraten der Metropolregionen und der oben diskutierten Berichte über Verkehrsstaus offensichtlich, dass neue Lösungen zur Verbesserung der gesamten Mobilitätssituation erforderlich sind. Aus diesen Themen lassen sich verschiedene Herausforderungen ableiten, die für die verschiedenen Regionen auf der ganzen Welt relevant sind. Um die aktuellen Probleme zu bewältigen, müssen unter anderem die folgenden vier Herausforderungen thematisiert werden:

1. Serviceangebote, um die Nachfrage an Mobilität zu decken
2. Reduktion des Stau-Levels
3. Möglichkeiten zum Ausbau der Verkehrsinfrastruktur
4. Reduktion von Umweltbelastungen (z.B. Feinstaub und Kohlendioxidemissionen)

Wenn Dienstleistungen den Bedarf (Wunsch) an Mobilität verringern, wäre dies voraussichtlich die beste Lösung, um Staus zu reduzieren und Umweltbelastungen entgegen zu wirken. Inmitten der aktuellen Diskussionen der digitalen Transformation könnten intelligente Dienstleistungen das Arbeits- und Privatleben so verändern, dass die Nachfrage nach Mobilität sinkt. Kundenbesuche und Meetings könn-

ten digital abgehalten werden, um so die Reisetätigkeiten oder das tägliche Pendeln zum Arbeitsplatz zu reduzieren. Im Umkehrschluss könnten Dienstleistungen das derzeit vorherrschende Prinzip umkehren und dafür Sorge tragen, dass Nutzer Waren erhalten, ohne diese aktiv beziehen zu müssen [22], [27]. Ansätze wie Videokonferenzen oder Telearbeit könnten die Mobilität generell reduzieren. Trotz der technologischen Weiterentwicklung konnten diese Ansätze in den letzten Jahren jedoch keine oder nur sehr geringe Auswirkungen erzielen. Stattdessen lassen sich derzeit vor allem in den charakterisierten Metropolen neue und alternative Mobilitätsdienstleistungen beobachten. Diese Dienstleistungen stehen oft im Zusammenhang mit dem Sharing Economy-Konzept, bei denen Personen entweder ihre eigenen Produkte (in diesem Fall in der Regel ein Automobil) mit anderen teilen oder ein kommerzieller Anbieter Produkte zur geteilten Nutzung anbietet. Diese Idee erfreut sich in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit.

4. Mobilitätsdienstleistungen

Betrachtet man die Dienstleistungsebene, so lässt sich festhalten, dass Mobilitätsdienstleistungen für verschiedene Verwendungszwecke angeboten werden. In diesem Artikel wollen wir uns mit einer sehr vielversprechenden Art von Mobilitätsdienstleistungen (Mobility-as-a-Service oder MaaS) befassen, die als Ansatz für einen nachhaltigeren Verkehr vorgeschlagen und gefördert wurde [28]. Wir sind bestrebt, Licht in die aktuelle Marktsituation zu bringen, insbesondere die Erreichbarkeit und mögliche Auswirkungen sind Teil unserer Forschung. MaaS sind typischerweise mit einer Verschiebung weg vom persönlichen Besitz hin zu Mobilitätslösungen verbunden, die als Dienstleistung genutzt werden. Um MaaS-Dienste zu etablieren, setzen öffentliche und private Anbieter oft auf ein zentrales Portal, über das die Fahrten organisiert werden. Im Gegensatz zu Abonnements (z.B. einer monatlichen Gebühr) bezahlen die Personen nach Nutzungsintensität. Konkret fallen bspw. Kosten pro Fahrt, nach Nutzungsdauer und Entfernung sowie in einigen Fällen auch abhängig von der aktuellen Verkehrssituation an. Dies ähnelt typischen Cloud-Angeboten. MaaS wird sowohl für Personen als auch für Güter angeboten. Im Bereich der individuellen Mobilität werden persönliche Präferenzen berücksichtigt, die bei den Angeboten und der Planung von Fahrten berücksichtigt werden. Derzeit sind die Mobilitätsdienste sehr facettenreich ausgeprägt und wie bereits erwähnt oft mit Sharing Economy verbunden. Beispiele sind Ride-Sharing, Car-Sharing, Carpooling, Bikesharing sowie On-Demand-Busdienste. In diesem Artikel werden Mobilitätsdienstleistungen der folgenden Kategorien weiter analysiert: Car-Sharing, Ride-Sharing, Carpooling und multimodale Fahrtenplanungsdienste. Wir werden nachfolgend zunächst eine Definition für diese Dienstleistungskategorien vornehmen.

Car-Sharing

Car-Sharing ist ein Oberbegriff, der mehrere Arten des Sharings umfasst. Car-Sharing (auch oder Car Clubs) ist ein Modell zur Autovermietung, bei dem Personen Automobile für kurze Zeiträume mieten (oft stundenweise). Sie sind sowohl für diejenigen attraktiv, die ein Fahrzeug nur gelegentlich nutzen, als auch für alle, die gelegentlich Zugang zu einem anderen Fahrzeugtyp haben möchten. Der Anbieter des Fahrzeugs kann ein kommerzielles Unternehmen sein, die Nutzer können als Unternehmen, Behörde, Genossenschaft oder Ad-hoc-Gruppierung organisiert sein. Infolgedessen umfasst Car-Sharing B2B-, B2C- und C2C-Angebote, einschließlich informeller Peer-to-Peer-(P2P-)Vereinbarungen. Autos können an definierten Stellen (spezielle Parkplätze) oder öffentlich zur Verfügung stehen, so dass die Nutzer ihr Fahrzeug an jeder zugelassenen Örtlichkeit innerhalb einer definierten Zone abstellen können. Aktuell findet Car-Sharing in großen Ballungsräumen statt. Die weltweite Nutzung von Car-Sharing ist in den letzten Jahren rasant gestiegen. Gemessen an der Anzahl der Fahrzeuge betrug die Wachstumsrate über einen Zeitraum von acht Jahren (2006 bis 2015) über 970%. Gemessen an der Anzahl der Nutzer betrug das Wachstum im gleichen Zeitraum sogar 2.000% [29]. Neuere Pressemitteilungen scheinen diese Entwicklung zu bestätigen. Die größten Märkte sind derzeit der asiatisch-pazifische Raum (einschließlich Australien, China, Hongkong, Japan, Malaysia, Neuseeland, Singapur, Südkorea und Taiwan), Europa (einschließlich Türkei und Russland) und Nordamerika (einschließlich Kanada und den USA). Neben den klassischen Verbrennungsmotoren werden immer mehr elektrisch betriebene Autos von Car-Sharing-Anbietern betrieben.

Ride-Sharing

Ride-Sharing ist eine Form der Mobilitätsdienstleistung, die das Mitfahren in einem anderen Fahrzeug beinhaltet. Es ist dem Carpooling ähnlich, unterscheidet sich jedoch insofern davon, dass Fahrten ähnlich einem Taxi-Dienst angeboten werden. Ride-Sharing hat sich inzwischen zu organisierten Diensten und in kürzester Zeit zu neuen Geschäftsmodellen entwickelt, wie sie von Unternehmen wie Uber, Lyft oder Didi angeboten werden. In einigen Ländern, so auch in Deutschland, gehen Taxi-Verbände rechtlich gegen das Angebot dieser kommerziellen Dienste vor und sind teilweise erfolgreich darin, diese verbieten zu lassen.

Carpooling

Carpooling ist eine Möglichkeit zur Kostenreduzierung, durch die gemeinsame Nutzung eines Fahrzeugs. Das Fahrzeug wird unter den Nutzern geteilt und wird für den Pendelverkehr oder eine Fernstrecke eingesetzt. Dieser Ansatz existiert auf informeller Basis solange es Autos gibt. In der Vergangenheit bot Carpooling sich insbesondere an, wenn

Personen in der gleichen Gegend wohnten oder zum gleichen Arbeitgeber pendeln mussten. Auf diese Weise wird auch die Anzahl der Fahrzeuge auf der Straße reduziert, was zu einer entsprechenden Reduzierung von Umweltverschmutzung, Verbrauch, Unfällen und Parkproblemen führt [18], [30]. Carpooling unterscheidet sich vom Ride-Sharing, indem keine spontanen Taxifahrten angeboten werden, auch ist die Fahrtstrecke eher mittel oder lang.

Multimodale Fahrtenplanungsdienste

Multimodale Fahrtenplanungsdienste ermöglichen es, Fahrtstrecken mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zu vergleichen. Einige dieser Dienste bieten sowohl eine Planung vor als auch während (Routenanpassung inklusive Moduswechsel) der Fahrt an. Die dem Kunden zur Verfügung gestellten Informationen sind in der Regel Planungsdaten des öffentlichen Verkehrs, die oft mit Echtzeit-Verkehrsinformationen angereichert sind. Die Dienste bieten typischerweise Informationen zu Planungsdaten (z.B. für den Linienverkehr) und zur aktuellen Verkehrssituation. Die Daten werden dabei meist von verschiedenen Mobilitätsanbietern gesammelt und oft in Echtzeit bereitgestellt [31].

Innerhalb dieser Kategorien analysierten wir 58 Mobilitätsdienstleister. Dabei wurden diejenigen Dienstleistungen berücksichtigt, die in den letzten 10 Jahren entstanden sind und sich bislang auf dem Mobilitätsmarkt behaupten konnten. Bemerkenswert ist, dass die meisten Dienste in gewisser Weise Sharing-Konzepte beinhalten. In Ergänzung zu den oben beschriebenen Dienstkategorien können die Dienste noch nach dem jeweiligen Vermittlungskonzept unterschieden werden. Hierbei konnten wir die folgenden Gruppen erkennen:

- Peer-to-Peer-Sharing-Dienste (P2P): Private Vereinbarungen (P2P) zur Miete von Fahrzeugen in Privatbesitz. In der Regel erfolgt das Angebot über eine Plattform.
- Sharing-Anbieter-Dienste (B2C): Professionelle Mobilitätsanbieter bieten (Miet-)Fahrzeuge an stationären oder öffentlichen Bereichen an.
- Ride-Sharing-Dienste (B2C): Professionelle Mobilitätsanbieter fungieren als Vermittler, um Fahrdienste mit Privat- und Geschäftsfahrzeugen anzubieten.
- Carpooling-Dienste (P2P): Einzelpersonen teilen sich die Miete für ein Auto. Das Angebot erfolgt über eine Plattform.
- Multimodale Fahrtenplanungsdienste (B2C): Multimodale Fahrtenplanungsdienste

Die analysierten Mobilitätsdienste sind durch verschiedene Arten von Dienstleistungstypen gekennzeichnet (vgl. Tabelle 2). Professionelles Car-Sharing (22% der analysierten Mobilitätsdienste) verfügt ebenso wie Ride-Sharing-Dienste (19% der analysierten Mobilitätsdienste) über ein großes Wachstumspotential. Darüber hinaus werden Car-Sharing-Dienste, die sich mit steigender Nachfrage noch in der Wachstumsphase befinden, auch von großen Automobilherstellern wie Daimler (Car2Go und Car2Share) oder BMW (DriveNow, ReachNow)

Tabelle 2: Mobilitätsdienstleistungen

	Mobilitätsdienste	Dienstleistungstyp	Gehört zu	Reichweite	Distanz	Zusatzinformationen		
Peer-to-Peer-Sharing-Dienste	getaround	Privates Car-Sharing		USA, Europa	k,m,l	Geplante Übernahme von drivy		
	turo	Privates Car-Sharing		USA, Europa	k,m,l			
	drivy	Privates Car-Sharing	getaround	Europa	k,m,l	50.000 Fahrzeuge, 2.500.000 Nutzer		
	Turo	Privates Car-Sharing		USA, Europa	k,m,l			
	Getaway	Privates Car-Sharing		Deutschland	k,m,l			
	SnappCar	Privates Car-Sharing		Europa	k,m,l	Übernahme von Tamyca und Carunity		
	Ryde	Privates Car-Sharing		Asien	k,m,l			
Sharing Anbieter Dienste	Auto	Maven	Professionelles Car-Sharing		USA	k,m,l		
		Orix	Professionelles Car-Sharing		Japan	k,m,l		
		Park24	Professionelles Car-Sharing		Japan	k,m,l		
		eCar	Professionelles Car-Sharing	Citroen	Deutschland	k,m,l	250 Elektroautos	
		EVCARD	Professionelles Elektro-Car-Sharing		China	k,m,l	6.000 Elektroautos	
		Share Now	Professionelles (Elektro-)Car-Sharing	Daimler, BMW	Global	k,m,l	20.500 Autos, 30 Städte	
		mobility	Professionelles Car-Sharing		Schweiz	k,m,l	3.090 Autos	
		flinkster	Professionelles Car-Sharing	Deutsche Bahn	Europa	k,m,l	4.000 Autos, 315.000 Kunden	
		stadtmobil	Professionelles (Elektro-)Car-Sharing		Deutschland	k,m,l	2.6000 Autos, 63.000 Kunden	
		zipcar	Professionelles Car-Sharing	AVIS	Global	k,m,l		
	Roller	E-Wald	Professionelles Elektro-Car-Sharing		Deutschland	k,m,l	6.500 Kunden, 1.000 Ladepunkte	
		Book N Drive	Professionelles Car-Sharing		Deutschland	k,m,l	4.000 Fahrzeuge	
		cambio	Professionelles (Elektro-)Car-Sharing		Europa	k,m,l	210 Städte in Europa	
		Emmy	Professionelles Elektroroller Sharing		Deutschland	k,m	früher eMio	
		COUP	Professionelles Elektroroller Sharing		Deutschland	k,m		
		Yego	Professionelles Elektroroller Sharing		Spanien	k,m		
		motit	Professionelles Elektroroller Sharing		Europa	k,m		
		scoot	Professionelles Elektroroller Sharing		Global	k,m		
		Fahrrad	nextbike	Professionelles Fahrrad-Sharing		Deutschland	k	
			Call a Bike	Professionelles Fahrrad-Sharing	DB	Deutschland	k	
MeinRad	Professionelles Fahrrad-Sharing			Deutschland	k			
MVG Rad	Professionelles Fahrrad-Sharing			Deutschland	k	2.000 Fahrräder		
bikesurf	Professionelles Fahrrad-Sharing			Global	k			
BbikeMi	Professionelles Fahrrad-Sharing			Italien	k			
Bycycklen	Professionelles Fahrrad-Sharing			Dänemark	k			
Zagster	Professionelles Fahrrad-Sharing			USA	k			
limebike	Professionelles Rad & Roller Sharing		USA, Europa	k	Inzwischen: Südamerika und Australien			
Ride-Sharing Dienste	DiDi	Fahrdienst Plattform		China	k,m,(l)	550.000.000 Nutzer, 7 Mrd Fahrten p.a.		
	uber	Fahrdienst Plattform		Global	k,m,(l)	3.900.000 Fahrer, 1,5 Mrd. Fahrten p.a.		
	lyft	Fahrdienst Plattform		USA	k,m,(l)	18.600.000 Nutzer, 180 Mio Fahrten p.a.		
	Via	Fahrdienst Plattform		USA	k,m,(l)			
	Gett	Fahrdienst Plattform		UK	k,m,(l)			
	grab	Fahrdienst Plattform		Asien	k,m,(l)			
	Caocao	Fahrdienst-Plattform	Geely	China	k,m,(l)			
	Ola	Fahrdienst-Plattform		Indien, Global	k,m,(l)	Weitere Dienste, z.B. für Firmen		
	taxi magic / curb	Taxi Plattform		USA	k,m,(l)	50.000 Taxen, 100.000 Fahrer, 65 Städte		
	mytaxi	Taxi Plattform	Daimler	Europa	k,m,(l)	45.000 taxis, 100 Städte		
Carpooling Dienste	GroundLink	Limousinen Plattform		Global	k,m,(l)	45.000 Limousinen		
	bla bla car	Carpooling Plattform		Europa	m,l			
	karzoo	Carpooling Plattform		Europa	m,l			
	mitfahren	Carpooling Plattform		Deutschland	m,l			
	e-carpooling	Carpooling Plattform		Schweiz	m,l	32.000 Nutzer		
Multimodale Fahrt-planungsdienste	drive2day	Auto & Zug-Pooling Plattform		Europa	m,l			
	Qixxit	Mobilitätsinformationsplattform	DB	Deutschland	k,m,l	Meta-Service, teilweise Buchung möglich		
	SBB Trip Planner	Mobilitätsinformationsplattform	SBB	Schweiz	m,l			
	TriplT	Mobilitätsinformationsplattform		Global	l			
	TripCase	Mobilitätsinformationsplattform		Global	l	30 Mio. Reisen, 40 Airlines		
	Öffi	Mobilitätsinformationsplattform		Global	K,m,l	Meta-Service, öffentliche Verkehrsmittel		
	Moovel	Mobilitätsinformationsplattform		Deutschland	m,l	Abgekündigt, wird REACH NOW		
	FromAtoB	Mobilitätsinformationsplattform		Global	m,l			
	omio	Mobilitätsinformationsplattform		Global	m,l			

angeboten oder unterstützt. Die Zusammenlegung der Dienste von Daimler und BMW zu SHARE NOW ist ein konsequenter Schritt der Automobilhersteller, um eine dominante Marktposition einnehmen zu können. Flinkster, ein weiterer Car-Sharing-Dienst, wird von der Deutschen Bahn angeboten.

Fahrrad- und multimodale Fahrtenplanungsdienste (16% bzw. 14% der analysierten Mobilitätsdienste) verzeichnen eine enorme Wachstumsrate, gefolgt von P2P-Car-Sharing-Dienstleistungen, Carpooling- und Roller-Diensten (12% und jeweils 9% der analysierten Mobilitätsdienste). Aufmerksamkeit erhalten derzeit Fahrrad-Sharing-Dienste, die vielfach von Städten organisiert oder bezuschusst werden und aktuell schnell wachsen. Letzteres gilt besonders im skandinavischen Raum und in den USA, aber auch in deutschen Städten wächst das Angebot.

Die meisten der Mobilitätsdienste können sofort in Anspruch genommen werden (66%). Die angebotenen Mobilitätsdienstleistungen setzen zu 86% auf Einzelverkehrsmittel und nur zu 14% auf multimodale Verkehrsmittel. Derzeit sind viele multimodale Fahrtenplanungsdienste reine Informationsdienste. Das bedeutet, dass sie Informationen zur Verfügung stellen, aber eine Buchung nicht oder nur teilweise möglich ist. Darüber hinaus ist zu beobachten, dass der Umfang und die dargestellten Informationen der multimodalen Dienste über die Zeit schwanken. Beispielsweise wurde über Qixxit in der Vergangenheit unabhängig informiert, aktuell werden jedoch nur noch die Angebote der Plattformanbieter (Deutsche Bahn und Flixbus) zur Anzeige gebracht. Die Plattform moovel wird von BMW übernommen; die Nachfolgeanwendung ReachNow wird wohl keinen vergleichbaren Dienst bieten. Es sei außerdem angemerkt, dass bei den Mobilitätsinformationsplattformen Bing, Google Maps oder HERE WeGo nicht genannt werden. Die zuvor genannten bieten zwar die Berechnung für unterschiedliche Modi an, stellen die Ergebnisse jedoch nicht im direkten Vergleich dar und generieren auch keinen Vorschlag für die beste Alternative. In geografischer Hinsicht werden die meisten der von uns analysierten Mobilitätsdienste nur in Deutschland (24%) angeboten, gefolgt von in Europa (22%) angebotenen Dienstleistungen, globalen Diensten (21%) sowie exklusiven Mobilitätsdiensten in den USA (16%).

5. Fazit

In letzter Zeit wurden viele Mobilitätsdienstleistungen auf den Markt gebracht. Mittel- bis langfristig wird die Marktkonsolidierung fortschreiten und eine Sättigung erreichen. Für einige Dienste wird dies auch davon abhängig sein, ob die Geschäftsmodelle zukünftig allein tragfähig sind oder weiterhin öffentlich Subventionen benötigen (z.B. Fahrrad-Sharing in Deutschland). Sharing-Anbieter offerieren in der Regel ein einziges Verkehrsmittel und unterscheiden sich daher in Dienste für Auto, Roller und Fahrrad. Teilweise kann weiter danach differenziert werden, ob der Antrieb

der Flottenfahrzeuge elektrisch erfolgt bzw. unterstützt wird. Während viele Dienste das gleiche Konzept anbieten, ist die Sättigung der Verbrauchernachfrage offenbar noch nicht erreicht. Das traditionelle Sharing-Geschäftsmodell (B2C) ist jedoch nur schwer in ländliche Räume skalierbar. In Gegenden mit geringerer Bevölkerungsdichte sind die Fixkosten für den Kauf oder das Leasing von Flottenfahrzeugen zu hoch, um für den Betreiber ein wirtschaftliches Angebot zu ermöglichen. Im Gegensatz dazu ist das P2P-Sharing für die kurzfristige Anmietung bereits vorhandener Fahrzeuge eher ortsunabhängig. Die meisten privaten Fahrzeuge sind mehr als 90% des Tages ungenutzt und könnten dadurch gut weiter genutzt werden. Dadurch entlastet P2P-Car-Sharing die Kunden (durch geringere Fixkosten oder eingesparte Anschaffungskosten) und ist wirtschaftlich auch in Gegenden mit geringerer Bevölkerungsdichte möglich. In der Praxis scheitert dieser Ansatz eher an der Bereitschaft oder der fehlenden Information.

Gemessen am Verkehrsaufkommen sind Car-Sharing-Dienste noch immer eine Nischenoption. Auch ist zu beobachten, dass bestimmte demografische Zielgruppen tendenziell eher bereit sind, Car-Sharing zu nutzen. Typische Teilnehmer leben aktuell primär in urbanen Gebieten mit mittlerer bis hoher Haushaltsdichte [32]. Infolgedessen bietet P2P-Car-Sharing ein größeres Potenzial für die Zugänglichkeit von Autos als konventionelles Car-Sharing [33]. Zweifellos steigt das Stauvermeidungspotenzial bei der gemeinsamen Nutzung und mit der steigenden Anzahl der Dienste und Nutzer. Während das Fahrrad-Sharing derzeit noch höhere Wachstumsraten aufweist, hat auch das Car-Sharing das Potenzial, die Zahl der Autos auf der Straße deutlich zu reduzieren [32]. Car-Sharing-Geschäftsmodelle haben sich weiterentwickelt: Diese umfassen sowohl Punkt-zu-Punkt-Fahrten als auch Hin- und Rückfahrlösungen. Parkmöglichkeiten wurden sowohl um Straßen- als auch Sonderparkflächen erweitert und eine steigende Anzahl von neuen Car-Sharing-Diensten macht das Car-Sharing-Netz dichter und allgegenwärtiger. Zusätzlich wird die Verschiebung der Verbraucherpräferenzen die Attraktivität des Sharing-Konzepts weiter erhöhen.

Insgesamt ist die Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen steigend, da immer mehr Nutzer den Vorteil neuer Dienste für eine flexible Mobilität nutzen, anstatt auf einzelne private oder öffentliche Verkehrsmittel zurückzugreifen. Die Zahl der Mobilitätsanbieter nimmt derzeit weiter zu, dabei sind momentan viele Anbieter auf dem Markt, die die gleichen Dienste anbieten. In den vergangenen Jahren konnte ungeachtet des Marktwachstums bereits teilweise eine Konsolidierung der Anbieter beobachtet werden. Übernahmen oder Zusammenschlüsse wie bei Car2Go und DriveNow/ReachNow zu SHARE NOW sind wahrscheinlich das bekannteste Beispiel in Deutschland. Im einwohnerreichsten Land der Welt ist mit DiDi auch der nutzerstärkste Ride-Sharing-Dienst zu finden. Durch strategische Unternehmenskäufe wie bspw. Uber China konnte sich DiDi, das

sich erfolgreich bei den Nutzern etabliert hat, eine monopolistische Stellung auf dem chinesischen Markt erarbeiten. Um an diesen Wachstumsraten zu partizipieren, treten auch öffentliche Verkehrsbetriebe und Automobilhersteller in den Markt für neue Mobilitätsdienstleistungen ein. Ein Paradigmenwechsel kann konstatiert werden, anstatt Produkte nur zu verkaufen, entwickeln sich Autos zu sogenannten Produkt-Service-Systemen weiter, d.h. die Nutzung steht im Vordergrund und nicht mehr das Produkt (Fahrzeug). Zusammenfassend haben wir vier Aspekte identifiziert, die sich auf die Mobilitätsdienste auswirken:

1. Das Mobilitätsverhalten der Nutzer verändert sich
2. Das Angebot an Mobilitätsdienstleistungen nimmt zu
3. Katalysatoreffekt – traditionelle Mobilitätsanbieter treten dem Dienstleistungsmarkt bei
4. Produkte und Dienstleistungen wachsen zusammen

6. Zusammenfassung und Ausblick

Um Verkehrsstaus zu reduzieren, wurden viele Forschungsarbeiten und Tests durchgeführt. Trotzdem ist die Verkehrsüberlastung nach wie vor ein zentrales und globales Problem. In der Folge wurden zahlreiche Ansätze zur Lösung dieses Problems angewandt. Ein sehr vielversprechender Lösungsansatz ist die Nutzung der allgegenwärtigen Internetverfügbarkeit zur Bereitstellung von Mobilitätsdiensten. Wie bereits angesprochen, umfassen diese Dienste Sharing-Konzepte ebenso wie die Planung vor und während der Fahrt. Dies beinhaltet Echtzeitinformationen, Ticketkauf, Wechsel des Verkehrsmittels und intelligente Routenführung. Gegenwärtig verzeichnen Dienstleistungen, die spontane Mobilität und Just-in-Time-Planung ermöglichen, hohe Zuwachsraten. Während derzeit viele verschiedene Dienste vorhanden sind, erwarten wir zukünftig eine Marktkonsolidierung. Dies ließ sich in den vergangenen Jahren bereits im Fernbusverkehr sowie bei Car-Sharing-Dienstleistungen beobachten. Neuere Service-Angebote im Bereich Ride- und Fahrrad-Sharing oder multimodale Informationsdienste sind weiterhin im Aufschwung und noch drängen viele neue Anbieter auf den Markt. Trotz guter Zuwachsraten in den vergangenen Jahren sind aktuell die absoluten Nutzungszahlen noch zu gering, um einen deutlichen Einfluss auf die Verkehrssituation in städtischen Großräumen zu zeigen. Auch sind nicht alle Angebote uneingeschränkt förderlich, um Stausituationen zu reduzieren [33].

Offen bleibt momentan, ob die kombinierte Nutzung dieser Dienste künftig dazu führen kann, dass deutliche Verbesserungen der Gesamtverkehrssituation und Umweltbelastung in Großräumen messbar werden. Dazu wäre einerseits eine verstärkte Nutzung der Dienste und andererseits auch eine Beständigkeit in der Benutzung erforderlich. Als nächstes planen wir, weitere Informationen zum Nutzungsverhalten bezüglich der Dienstleistungen zu erheben. Wir wollen zwei verschiedene Aspekte untersuchen: 1) individuelles

Verhalten und Präferenzen der Kunden und 2) die Marktentwicklung. Im Hinblick auf die Marktentwicklung planen wir, unsere Dienstleistungsanalyse auf schnellwachsende Märkte (besonders in Asien) zu konzentrieren. Davon erhoffen wir uns Aufschluss über die Erfolgsfaktoren von Mobilitätsdienstleistungen. Darüber hinaus planen wir, die Entwicklung der intermodalen Verhaltensweisen und der Marktentwicklung bei den Mobilitätsdienstleistungen über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Demgemäß beabsichtigen wir, eine Datenbank zur Speicherung und Bereitstellung von Informationen über Mobilitätsdienste einzurichten.

Literatur

[1] A. T. H. Chin, „Containing air pollution and traffic congestion: Transport policy and the environment in Singapore“, *Atmos. Environ.*, Bd. 30, Nr. 5, S. 787-801, März 1996.

[2] K. Zhang und S. Batterman, „Air pollution and health risks due to vehicle traffic“, *Sci. Total Environ.*, Bd. 450-451, S. 307-316, Apr. 2013.

[3] J. Beaudoin, Y. H. Farzin, und C.-Y. C. Lin Lawell, „Public transit investment and sustainable transportation: A review of studies of transit’s impact on traffic congestion and air quality“, *Res. Transp. Econ.*, Bd. 52, S. 15-22, Okt. 2015.

[4] TomTom, „TomTom Traffic Index – Measuring Congestion Worldwide“, 30-Apr-2019. [Online]. Verfügbar unter: http://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/list. [Zugegriffen: 30-Apr-2019].

[5] Transport for London, „Central London Congestion Charging – Impacts monitoring“, Transport for London, London, Sixth Annual Report, Juli 2008.

[6] Eurostat, „Passenger transport statistics – Statistics Explained“, 01-Mai-2019. [Online]. Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Passenger_transport_statistics.

[7] C. Weiß, B. Chlond, T. Hilgert, und P. Vortisch, „Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen, Bericht 2014/2015: Alltagsmobilität und Fahrleistung“, Karlsruhe, 2016.

[8] P. Harker und T. Friesz, „Bounding the solution of the continuous equilibrium network design problem“, gehalten auf der Proc. Ninth Int. Symp. Transp. Traffic Theory Delft, 1984, S. 233-252.

[9] A. Migdalas, „Bilevel programming in traffic planning: Models, methods and challenge“, *J. Glob. Optim.*, Bd. 7, Nr. 4, S. 381-405, Dez. 1995.

- [10] S. de Luca, „Public engagement in strategic transportation planning: An analytic hierarchy process based approach“, *Transp. Policy*, Bd. 33, S. 110-124, Mai 2014.
- [11] R. Arnott, A. de Palma, und R. Lindsey, „Does providing information to drivers reduce traffic congestion?“, *Transp. Res. Part Gen.*, Bd. 25, Nr. 5, S. 309-318, Sep. 1991.
- [12] J. L. Adler und V. J. Blue, „Toward the design of intelligent traveler information systems“, *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, Bd. 6, Nr. 3, S. 157-172, Juni 1998.
- [13] L. De Cicco, G. Carlucci, und S. Mascolo, „Experimental investigation of the google congestion control for real-time flows“, in *Proceedings of the 2013 ACM SIGCOMM workshop on Future human-centric multimedia networking – FhMN '13*, Hong Kong, China, 2013, S. 21.
- [14] G. Carlucci, L. De Cicco, S. Holmer, und S. Mascolo, „Analysis and design of the google congestion control for web real-time communication (WebRTC)“, in *Proceedings of the 7th International Conference on Multimedia Systems – MMSys '16*, Klagenfurt, Austria, 2016, S. 1-12.
- [15] R.-P. Schäfer, S. Lorkowski, N. Witte, J. Palmer, H. Rehborn, und B. Kerner, „A Study of TomTom's Probe Vehicle Data with Three-phase Traffic Theory“, *Traffic Eng. Control*, Bd. 52, Nr. 5, S. 225-230, Juni 2011.
- [16] H. S. Mahmassani und P. S.-T. Chen, „Comparative assessment of origin-based and en-route real-time information under alternative user behavior rules“, *Transp. Res. Rec.*, Bd. 1306, S. 69-81, 1991.
- [17] R. Arnott und E. Inci, „An integrated model of downtown parking and traffic congestion“, *J. Urban Econ.*, Bd. 60, Nr. 3, S. 418-442, Nov. 2006.
- [18] M. Fosgerau und A. de Palma, „The dynamics of urban traffic congestion and the price of parking“, *J. Public Econ.*, Bd. 105, S. 106-115, Sep. 2013.
- [19] K. F. Abdelghany und H. S. Mahmassani, „Dynamic Trip Assignment-Simulation Model for Intermodal Transportation Networks“, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 1771, Nr. 1, S. 52-60, Jan. 2001.
- [20] A. Caris, C. Macharis, und G. K. Janssens, „Decision support in intermodal transport: A new research agenda“, *Comput. Ind.*, Bd. 64, Nr. 2, S. 105-112, Feb. 2013.
- [21] V. Giannikas und D. McFarlane, „Product Intelligence in Intermodal Transportation: The Dynamic Routing Problem“, in *Dynamics in Logistics*, H.-J. Kreowski, B. Scholz-Reiter, und K.-D. Thoben, Hrsg. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 59-69.
- [22] E. Eryilmaz, M. Kagerbauer, T. Schuster, und O. Wolf, „Collaborative Management of Intermodal Mobility“, in *Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications*, Bd. 8827, E. Bayro-Corrochano und E. Hancock, Hrsg. Cham: Springer International Publishing, 2014, S. 713-721.
- [23] T. G. Crainic, N. Ricciardi, und G. Storchi, „Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems“, *Transp. Sci.*, Bd. 43, Nr. 4, S. 432-454, Nov. 2009.
- [24] U. Kohler, „An innovating concept for city-logistics“, in *Mobility for Everyone*, Berlin, 1997, Bd. 2381.
- [25] E. Taniguchi und R. G. Thompson, Hrsg., *City logistics: mapping the future*. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [26] A. L. Osório, L. M. Camarinha-Matos, und H. Afsarmanesh, „Enterprise Collaboration Network for Transport and Logistics Services“, in *Collaborative Systems for Reindustrialization*, Bd. 408, L. M. Camarinha-Matos und R. J. Scherer, Hrsg. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 267-278.
- [27] J. Sochor, I. C. M. Karlsson, und H. Strömberg, „Trying Out Mobility as a Service: Experiences from a Field Trial and Implications for Understanding Demand“, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2542, Nr. 1, S. 57-64, Jan. 2016.
- [28] Statista, „Carsharing – Statista-Dossier“, Statista, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/studie/id/9904/dokument/Car-Sharing-statista-dossier/>. [Zugegriffen: 01-Mai-2019].
- [29] N. T. Fellows und D. E. Pitfield, „An economic and operational evaluation of urban car-sharing“, *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, Bd. 5, Nr. 1, S. 1-10, Jan. 2000.
- [30] N. Borole, D. Rout, N. Goel, P. Vedagiri, und T. V. Mathew, „Multimodal Public Transit Trip Planner with Real-time Transit Data“, *Procedia – Soc. Behav. Sci.*, Bd. 104, S. 775-784, Dez. 2013.
- [31] E. Martin, S. A. Shaheen, und J. Lidicker, „Impact of Car-Sharing on Household Vehicle Holdings: Results from North American Shared-Use Vehicle Survey“, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2143, Nr. 1, S. 150-158, Jan. 2010.
- [32] R. C. Hampshire und C. Gaites, „Peer-to-Peer Car-Sharing: Market Analysis and Potential Growth“, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2217, Nr. 1, S. 119-126, Jan. 2011.
- [33] G.D. Erhardt, S. Roy, D. Cooper, B. Sana, M. Chen, und J. Castiglione: Do transportation network companies decrease or increase congestion? *Science Advances*, Bd. 5, Nr. 5, 2019.